

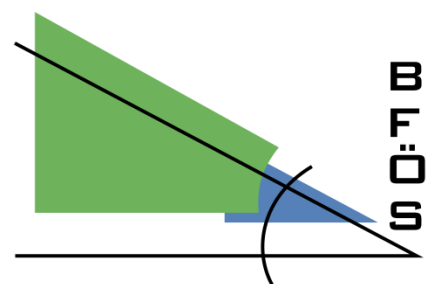
Anpassungsstrategie Baden-Württemberg an die Folgen des Klimawandels

Fachgutachten für das Handlungsfeld
Naturschutz und Biodiversität

- Teil A: Langfassung -

im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
Baden-Württemberg

Autor: Dr. Helmut Schlumprecht, Büro für ökologische Studien (BfÖS),
Bayreuth



Stand: Mai 2013

Vorliegendes Gutachten dient der Erstellung einer Anpassungsstrategie an die Folgen des Klimawandels für das Land Baden-Württemberg. Verantwortlich für den Inhalt sind die Autoren. Der Inhalt des vorliegenden Dokumentes spiegelt nicht zwangsläufig die Meinung aller Arbeitsgruppenmitglieder wider. Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit Genehmigung des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren erlaubt.



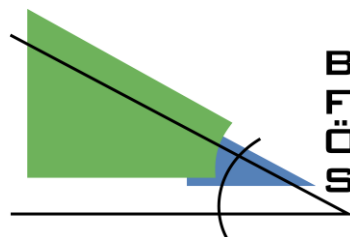
Auftraggeber: © Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
Baden-Württemberg, Stuttgart

Fachliche Begleitung: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz
Baden-Württemberg, Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe
Ref. 23 Medienübergreifende Umweltbeobachtung, Klimawandel
Dr. Kai-Achim Höpker
Dagmar Berberich
Daniel Schulz-Engler

Ressortarbeitskreis Naturschutz und Biodiversität unter
Leitung von Frau Renate Riedinger, MLR, Ref. 61
und Mitwirkung von

Anja Beuter, Ministerium für Umwelt, Klima und
Energiewirtschaft, Ref. 22
Dr. Torsten Bittner, LUBW Ref. 25
Manfred Fehrenbach, MLR Ref. 63
Matthias Hirschmüller, LUBW Ref. 25
Dr. Jürgen Marx, LUBW Ref. 25
Dr. Luise Murmann-Kristen, Regierungspräsidium Karlsruhe,
Ref. 56, Bezirksstelle für Naturschutz
Prof. Dr. Albert Reif, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg,
Institut für Waldbau
Gregor Stephani, Ministerium für Umwelt, Klima und
Energiewirtschaft, Ref. 22

Auftragnehmer: Büro für Ökologische Studien, Bayreuth



Autor: Dr. Helmut Schlumprecht, BfoeS

Stand: Mai 2013

Vorliegendes Gutachten dient der Erstellung einer Anpassungsstrategie an die Folgen des Klimawandels für das Land Baden-Württemberg. Verantwortlich für den Inhalt sind die Autoren. Der Inhalt des vorliegenden Dokumentes spiegelt nicht zwangsläufig die Meinung aller Arbeitsgruppenmitglieder wider. Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit Genehmigung des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren erlaubt.



Abkürzungsverzeichnis:

a) allgemein

BNatSchG:	Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz)
LNatSchG:	Gesetz zum Schutz der Natur, zur Pflege der Landschaft und über die Erholungsvorsorge in der freien Landschaft (Baden-Württembergisches Landesnaturschutzgesetz), Abrufdatum 13.12.2012.
BW:	Baden-Württemberg
BfN:	Bundesamt für Naturschutz
CBD:	Convention on Biological Diversity
FFH-RL:	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union
HNB:	Höhere Naturschutzbehörde
HNR:	Hauptnaturraum (Naturraum 3. Ordnung)
LEV:	Landschaftserhaltungsverbände
LSG:	Landschaftsschutzgebiet
LUBW:	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
MLR:	Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg
NSG:	Naturschutzgebiet
UNB:	Untere Naturschutzbehörde
UBA:	Umweltbundesamt
RL:	Rote Liste

b) Rote Listen und ihre Gefährungsgrade

RL D	Rote Liste Deutschland		
0	ausgestorben oder verschollen		
1	vom Aussterben bedroht		
2	stark gefährdet		
3	gefährdet		
G	Gefährdung anzunehmen, aber Status unbekannt		
R	extrem seltene Art mit geographischer Restriktion		
V	Arten der Vorwarnliste		
D	Daten defizitär		
RL BW	Rote Liste Baden-Württemberg		
0	verschollen		
1	vom Aussterben bedroht		
2	stark gefährdet		
3	gefährdet		
R	sehr selten (potenziell gefährdet)		
V	Vorwarnstufe		
D	Daten mangelhaft		
.	ungefährdet (RL Biotope)	X	nicht eingestuft (RL Biotope)

c) Weitere Fachbegriffe (FFH-Richtlinie, Klimawandel)

EHZ	Erhaltungszustand in der biogeographischen Region
FFH	Fauna, Flora, Habitat
Had3CM	Globales Zirkulationsmodell des Hadley-Centers, Großbritannien
IPCC	Intergovernmental Panel of Climate Change: siehe www.ipcc.ch
KBR	Kontinentale biogeographische Region
LRT	Lebensraumtyp des Anhangs I der FFH-Richtlinie
SDB	Standarddatenbogen

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 BESCHREIBUNG DES HANDLUNGSFELDES	1
2 WIRKSAME KLIMAFAKTOREN	5
2.1 TEMPERATUR UND NIEDERSCHLAG	5
2.2 PHÄNOLOGISCHE VERÄNDERUNGEN	9
2.3 ABGELEITETE GRÖßEN (Z. B. KLIMATISCHE WASSERBILANZ, TAGE OHNE NIEDERSCHLAG).....	10
3 VULNERABILITÄTSANALYSE	14
3.1 VULNERABILITÄT VON ARTEN	15
3.1.1 Beschreibung der Vulnerabilität	15
3.1.1.1 Tierarten der Roten Listen Baden-Württembergs	15
3.1.1.2 Pflanzenarten der Roten Liste	16
3.1.1.3 FFH-Tierarten	19
3.1.2 Bewertung der Dringlichkeit	20
3.1.2.1 Klimawandelbedingte Aussterberisiken von Arten	20
3.1.2.2 Steigende Schutzverantwortung für Tierarten der FFH-Richtlinie	21
3.1.3 Ableitung von Anpassungserfordernissen	23
3.1.4 Anpassungsziele	23
3.1.5 Anpassungsmaßnahmen	24
3.1.6 Stand der Anpassungsmaßnahmen	28
3.1.7 Einzubeziehende Akteure in den Anpassungsprozess.....	29
3.1.8 Gesetzliche oder verwaltungstechnische Voraussetzungen für die Umsetzung	29
3.1.9 Ökonomische Aspekte der Anpassung (Kosten, vermeidbare Kosten).....	30
3.2 VULNERABILITÄT VON LEBENSÄRÄUMEN	31
3.2.1 Beschreibung der Vulnerabilität von Lebensräumen, v. a. Mooren	32
3.2.1.1 Klimahüllen für Moore und weitere wertvolle Biototypen	33
3.2.1.2 Moore und andere gefährdete Biototypen der Roten Liste Biotope Baden- Württemberg	34
3.2.1.3 Moore als Teil der FFH-Lebensraumtypen	35
3.2.1.4 Steigende Schutzverantwortung für Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie	36
3.2.1.5 Bewertung der Dringlichkeit	37
3.2.1.5.1 Gefährdungssituation von Biotopen	37
3.2.1.5.2 Klimahüllen für Moore	37
3.2.1.6 Ableitung von Anpassungserfordernissen für Moore	38
3.2.1.7 Anpassungsziele für Moore	39
3.2.1.8 Anpassungsmaßnahmen für Moore	41
3.2.1.9 Stand der Anpassungsmaßnahmen zu Mooren	43
3.2.1.10 Einzubeziehende Akteure in den Anpassungsprozess	43
3.2.1.11 Gesetzliche oder verwaltungstechnische Voraussetzungen für die Umsetzung	44

3.2.1.12	Ökonomische Aspekte der Anpassung (Kosten, vermeidbare Kosten)	44
3.2.2	Vulnerabilität von wasserabhängigen Lebensräumen	45
3.2.2.1	Beschreibung der Vulnerabilität	45
3.2.2.2	Bewertung der Dringlichkeit	46
3.2.2.3	Ableitung von Anpassungserfordernissen	47
3.2.2.4	Anpassungsziele	47
3.2.2.5	Anpassungsmaßnahmen	49
3.2.2.6	Stand der Anpassungsmaßnahmen	52
3.2.2.7	Einzubeziehende Akteure in den Anpassungsprozess	53
3.2.2.8	Gesetzliche oder verwaltungstechnische Voraussetzungen für die Umsetzung	53
3.2.2.9	Ökonomische Aspekte der Anpassung (Kosten, vermeidbare Kosten)	54
3.2.2.10	Wiederherstellung von Retentionsräumen	55
3.2.3	Vulnerabilität von Wald-Lebensräumen	56
3.2.3.1	Beschreibung der Vulnerabilität	56
3.2.3.1.1	Wald-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie	56
3.2.3.1.2	Vegetation und Klimazonen im geografischen Klimavergleich	57
3.2.3.2	Bewertung der Dringlichkeit	60
3.2.3.3	Ableitung von Anpassungserfordernissen	60
3.2.3.4	Anpassungsziele	60
3.2.3.5	Anpassungsmaßnahmen	61
3.2.3.6	Stand der Anpassungsmaßnahmen	63
3.2.3.7	Einzubeziehende Akteure in den Anpassungsprozess	63
3.2.3.8	Gesetzliche oder verwaltungstechnische Voraussetzungen für die Umsetzung	63
3.2.3.9	Ökonomische Aspekte der Anpassung (Kosten, vermeidbare Kosten)	63
3.3	VULNERABILITÄT VON ARTEN UND LEBENSRÄUMEN IN SCHUTZGEBIETEN UND DER NORMALLANDSCHAFT	64
3.3.1	Vulnerabilität von Arten und Lebensräumen der Normallandschaft	66
3.3.1.1	Beschreibung der Vulnerabilität	66
3.3.1.2	Bewertung der Dringlichkeit	75
3.3.1.3	Ableitung von Anpassungserfordernissen	75
3.3.1.4	Anpassungsziele	76
3.3.1.5	Anpassungsmaßnahmen	78
3.3.1.6	Stand der Anpassungsmaßnahmen	79
3.3.1.7	Einzubeziehende Akteure in den Anpassungsprozess	80
3.3.1.8	Gesetzliche oder verwaltungstechnische Voraussetzungen für die Umsetzung	80
3.3.1.9	Ökonomische Aspekte der Anpassung (Kosten, vermeidbare Kosten)	81
3.3.2	Vulnerabilität von Schutzgebieten	81
3.3.2.1	Beschreibung der Vulnerabilität	81
3.3.2.2	Bewertung der Dringlichkeit	83
3.3.2.3	Ableitung von Anpassungserfordernissen	84
3.3.2.4	Anpassungsziele	85

3.3.3	Anpassungsmaßnahmen	87
3.3.3.1	<i>Stand der Anpassungsmaßnahmen</i>	88
3.3.3.2	<i>Einzubeziehende Akteure in den Anpassungsprozess</i>	89
3.3.3.3	<i>Gesetzliche oder verwaltungstechnische Voraussetzungen für die Umsetzung</i>	89
3.3.4	Ökonomische Aspekte der Anpassung (Kosten, vermeidbare Kosten).....	90
4	WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND.....	92
4.1	ANPASSUNGSWISSEN	92
4.1.1	Ausgangssituation.....	92
4.1.2	Veränderungen bei Arten.....	93
4.1.2.1	<i>Temperaturgesteuerte Veränderung der Phänologie</i>	93
4.1.2.2	<i>Temperaturgesteuerte Veränderung von Verbreitungsbildern</i>	95
4.1.2.3	<i>Beobachtete Veränderungen in Verbreitungsgebieten</i>	95
4.1.3	Anpassungsprobleme von Arten.....	99
4.1.3.1	<i>Beobachtete Arealverschiebungen sind langsamer als die Geschwindigkeit des Klimawandels</i>	99
4.1.3.2	<i>Temperaturabhängige Projektionen für Veränderungen der Verbreitungsbilder</i>	100
4.1.3.3	<i>Temperaturabhängige Projektionen der Verlagerung von Verbreitungsgebieten</i>	103
4.1.3.4	<i>Projiziertes Aussterben</i>	106
4.1.4	Besonders sensitive Arten und ökologische Gruppen	110
4.1.5	Veränderungen bei Lebensräumen und Lebensgemeinschaften	112
4.1.6	Formulierung von Anpassungszielen und -maßnahmen	113
4.2	FINANZIELLE UND GESAMTÖKONOMISCHE ASPEKTE DER ANPASSUNG.....	118
4.2.1	Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen	118
4.2.2	Kosten bei ausbleibender Anpassung	120
4.2.3	Werte und Nutzen von ökosystemaren Leistungen	121
4.3	BESCHREIBUNG VON WEITEREN ANPASSUNGSOPTIONEN.....	121
4.4	BESCHREIBUNG DER KENNTNISDEFIZITE UND IDENTIFIZIERUNG VON FORSCHUNGSBEDARF	122
5	QUELLENVERZEICHNIS	123
6	ANHANG MATERIALIEN	135
6.1	TABELLEN UND ERGÄNZENDE GRAFIKEN	135
6.1.1	Zuordnungen von Arten und Lebensräumen zu Sensitivitäten.....	135
6.1.1.1	<i>Sensitivität von Tierarten der FFH-Richtlinie</i>	135
6.1.1.2	<i>Steigende Schutzverantwortung für Tierarten und für Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie</i>	138
6.1.1.3	<i>Biotoptypen der Roten Liste Biotop Baden-Württembergs</i>	145
6.1.1.4	<i>Sensitivität von FFH-Lebensraumtypen</i>	154
6.1.2	Klimahüllen für ausgewählte Lebensräume in den Naturräumen 4. Ordnung Baden-Württembergs.....	156
6.1.2.1	<i>Erläuterung der Methode</i>	156
6.1.2.2	<i>Einschränkungen und Aussagemöglichkeiten</i>	158

6.1.2.3	<i>Naturräumliche Bezüge</i>	159
6.1.2.4	<i>Klimahüllen ausgewählter Lebensräume</i>	161
6.1.2.5	<i>Klimahüllen für Anmoorflächen</i>	162
6.1.2.6	<i>Klimahüllen für Niedermoorflächen</i>	164
6.1.2.7	<i>Klimahüllen für Hochmoorflächen</i>	167
6.1.2.8	<i>Klimahüllen für Nasswiesen basenreicher Standorte montaner Lagen</i>	170
6.1.2.9	<i>Klimahüllen für Wacholderheiden</i>	173
6.1.3	Kartographische Darstellung der Zukunftsaussichten ausgewählter Lebensräume in den Naturräumen 4. Ordnung	176
6.2	VULNERABILITÄT DER BIOTOP-HAUPTTYPEN	182
6.2.1	Vorgehensweise zur Erstellung	182
6.2.2	Mitteltemperaturen und Jahresniederschlagssummen in den Hauptnaturräumen	183
6.2.3	Vulnerabilitätseinschätzung für Biotop-Haupttypen je nach Hauptnaturraum	186
6.2.4	Einschätzungen der Gefährdung von Arten und die zugrunde liegenden Klimaszenarien	199

Tabellenverzeichnis	Seite
Tabelle 1: Komponenten und Organisationsebenen der biologischen Vielfalt	3
Tabelle 2: Für den Naturschutz wesentliche Änderungen summarischer Klima-Parameter	6
Tabelle 3: Änderungen der klimatischen Wasserbilanz in den Hauptnaturräumen	11
Tabelle 4: Anzahl Trockenperioden pro Jahr	13
Tabelle 5: Anzahl Tage ohne Niederschlag pro Monat	13
Tabelle 6: Sensitivität ausgewählter Tierarten der Roten Listen gegenüber dem Klimawandel	15
Tabelle 7: Ellenberg-Zeigerwerte Temperatur für gefährdete Pflanzenarten	16
Tabelle 8: Ellenberg-Zeigerwerte Feuchtezahl für gefährdete Pflanzenarten	17
Tabelle 9: Sensitivität von FFH-Tierarten gegenüber dem Klimawandel	19
Tabelle 10: FFH-Tierarten Baden-Württembergs, bei denen sich die Schutzverantwortung erhöht.	23
Tabelle 11: Moorflächen in den Hauptnaturräumen Baden-Württembergs	32
Tabelle 12: Sensitivität der Biotoptypen der Roten Liste Baden-Württembergs gegenüber dem Klimawandel.....	34
Tabelle 13: FFH-Lebensraumtypen hoher Sensitivität gegenüber dem Klimawandel	36
Tabelle 14: Streu- und Nasswiesen in Baden-Württemberg	55
Tabelle 15: Klima in Baden-Württemberg in der Zukunft im Vergleich mit heutigen Stationen in Mittel- und Südeuropa.....	58
Tabelle 16: Vulnerabilität der Biotope als Funktion von Sensitivität und Exposition: verbale Einstufung	69
Tabelle 17: Schutzgebiete und ihre Anteile an den Hauptnaturräumen in Baden-Württemberg	83
Tabelle 18: Empfehlungen der EU zur Berücksichtigung des Klimawandels bei Zielen und Maßnahmen der Managementplanung.....	86
Tabelle 19: Phänologische Veränderungen bei Pflanzen in Deutschland und Europa	94
Tabelle 20: Projektionen phänologischer Veränderungen.....	94
Tabelle 21: Beobachtete Verschiebungen des Verbreitungsgebiets.....	96
Tabelle 22: Projizierte Veränderungen in der Verbreitung von Arten	107
Tabelle 23: Projektionen von Aussterberatern aufgrund des Klimawandels auf der Basis von Veränderungen der Verbreitungsgebiete.....	108
Tabelle 24: Zusammenstellung von Anpassungsstrategien nach diversen Autoren	116
Tabelle 25: Monetärer Wert von Moor-Standorten infolge der Wiedervernässung	118
Tabelle 26: Sensitivität der FFH-Tierarten Baden-Württembergs	135
Tabelle 27: Projizierte Verbreitungsänderungen und Verantwortlichkeit Deutschlands und Baden- Württemberg für FFH-Tierarten.....	139
Tabelle 28: Projizierte Verbreitungsänderungen und Verantwortlichkeit Deutschlands und Baden- Württemberg für FFH-Lebensraumtypen	141
Tabelle 29: Sensitivität der Biotoptypen der Roten Liste Biotope Baden-Württembergs	145
Tabelle 30: Sensitivität der FFH-Lebensraumtypen Baden-Württembergs gegenüber dem Klimawandel.....	154
Tabelle 31: Naturräume in Baden-Württemberg.....	159
Tabelle 32: Naturräume mit Anmooren in naher Zukunft bei Verwendung von Jahresmitteltemperatur, Jahresniederschlag und Sommerniederschlag.....	162
Tabelle 33: Naturräume mit Niedermooren in naher Zukunft bei Verwendung von Jahresmitteltemperatur, Jahresniederschlag und Sommerniederschlag.....	165
Tabelle 34: Naturräume mit Hochmooren in naher Zukunft bei Verwendung von Jahresmitteltemperatur, Jahresniederschlag und Sommerniederschlag.....	169
Tabelle 35: Naturräume mit Biotoptyp 33.22 in naher Zukunft bei Verwendung von Jahresmitteltemperatur, Jahresniederschlag und Sommerniederschlag.....	171
Tabelle 36: Nasswiesen und Wacholderheiden in den Hauptnaturräumen Baden-Württembergs .	173
Tabelle 37: Naturräume mit Wacholderheiden (Biotoptyp 36.30) in naher Zukunft bei Verwendung von Jahresmitteltemperatur, Jahresniederschlag und Sommerniederschlag.....	174
Tabelle 38: Vulnerabilität der Biotope als Funktion von Sensitivität und Exposition: Zahlenwerte .	177
Tabelle 39: Biotop-Haupttypen in Baden-Württemberg	182
Tabelle 40: Zukünftige Mitteltemperaturen und Jahresniederschlagssummen in den Hauptnaturräumen Baden-Württembergs: absolute Werte	183
Tabelle 41: Zukünftige Mitteltemperaturen und Jahresniederschlagssummen in den Hauptnaturräumen Baden-Württembergs: Differenzen zur Ist-Zeit	184
Tabelle 42: Einstufungen der Exposition je nach Temperatur-Differenz	185

Abbildungsverzeichnis	Seite
Abbildung 1: Unterschiedliche Faktoren beeinflussen die Verbreitung von Arten auf unterschiedlichen räumlichen Skalen.....	5
Abbildung 2: Temperatur und Niederschlag in Baden-Württemberg für Ist-Zustand, nahe und ferne Zukunft (Mediane)	7
Abbildung 3: Klimatische Wasserbilanz: Absolutwerte pro Monat	12
Abbildung 4: Klimatische Wasserbilanz: Veränderung gegenüber Ist-Zustand pro Monat	12
Abbildung 5: Anzahl Tage ohne Niederschlag: Absolutwerte pro Monat.....	13
Abbildung 6: Zeigerwerte Temperatur für Pflanzenarten der Roten Liste	17
Abbildung 7: Zeigerwerte Feuchte für Pflanzenarten der Roten Liste	18
Abbildung 8: Beispiele für die derzeitige Verbreitung von FFH-Tierarten, bei denen sich voraussichtlich die Schutzverantwortung erhöht	22
Abbildung 9: Flächenanteile der gering-, mittel-, und hochvulnerablen Biotope in den Hauptnaturräumen in naher Zukunft	70
Abbildung 10: Flächenanteile der gering-, mittel-, und hochvulnerablen Biotope in den Hauptnaturräumen in ferner Zukunft.....	71
Abbildung 11: Flächenanteile der gering-, mittel-, und hochvulnerablen Biotope in den Hauptnaturräumen in naher Zukunft	72
Abbildung 12: Flächenanteile der gering-, mittel-, und hochvulnerablen Biotope in den Hauptnaturräumen in ferner Zukunft.....	73
Abbildung 13: Vulnerabilität der Biotoptypen in naher Zukunft.....	74
Abbildung 14: Vulnerabilität der Biotoptypen in ferner Zukunft.....	74
Abbildung 15: Boxplot-Darstellung für ökologische Zeigerwerte der Pflanzenarten der Roten Liste Baden-Württembergs	112
Abbildung 16: Klimahülle aus Jahresmitteltemperatur und Niederschlagssumme für Niedermoor-Flächen.....	157
Abbildung 17: Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlag für Anmoor-Flächen.....	162
Abbildung 18: Jahresmitteltemperatur und Niederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr für Anmoor-Flächen.....	163
Abbildung 19: Jahresmitteltemperatur und klimatische Wasserbilanz für Anmoor-Flächen.....	164
Abbildung 20: Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlag für Niedermoor-Flächen.....	165
Abbildung 21: Jahresmitteltemperatur und Niederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr für Niedermoor-Flächen	166
Abbildung 22: Jahresmitteltemperatur und klimatische Wasserbilanz für Niedermoor-Flächen	167
Abbildung 23: Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlag für Hochmoor-Flächen.....	168
Abbildung 24: Jahresmitteltemperatur und Niederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr für Hochmoor-Flächen.....	168
Abbildung 25: Jahresmitteltemperatur und klimatische Wasserbilanz für Hochmoor-Flächen.....	169
Abbildung 26: Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlag für Nasswiesen basenreicher Standorte der montanen Lagen (Biotoptyp 33.22)	170
Abbildung 27: Jahresmitteltemperatur und Niederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr für Nasswiesen basenreicher Standorte der montanen Lagen (Biotoptyp 33.22)	172
Abbildung 28: Jahresmitteltemperatur und klimatische Wasserbilanz für Nasswiesen basenreicher Standorte der montanen Lagen (Biotoptyp 33.22).....	173
Abbildung 29: Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlag für Wacholderheiden (Biotoptyp 36.30)	174
Abbildung 30: Jahresmitteltemperatur und Niederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr für Wacholderheiden (Biotoptyp 36.30).....	175
Abbildung 31: Jahresmitteltemperatur und klimatische Wasserbilanz für Wacholderheiden (Biotoptyp 36.30)	176
Abbildung 32: Veränderung der Standortbedingungen gemäß Klimahülle für Niedermoor-Standorte	178
Abbildung 33: Veränderung der Standortbedingungen gemäß Klimahülle für Hochmoor-Standorte..	179
Abbildung 34: Veränderung der Standortbedingungen gemäß Klimahülle für Nasswiesen basenreicher Standorte der montanen Lagen (Biotoptyp 33.22).....	180
Abbildung 35: Veränderung der Standortbedingungen gemäß Klimahülle für Wacholderheiden (Biotoptyp 36.30).....	181
Abbildung 36: Histogramm der Differenzen der Jahresmitteltemperaturen für nahe und ferne Zukunft zum Ist-Zustand	185
Abbildung 37: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Donau-Iller-Lech-Platte.....	186
Abbildung 38: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Donau-Iller-Lech-Platte.....	186
Abbildung 39: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Fränkisches Keuper-Lias-Land.....	187

Abbildung 40: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Fränkisches Keuper-Lias-Land.....	187
Abbildung 41: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Hochrheingebiet.....	188
Abbildung 42: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Hochrheingebiet.....	188
Abbildung 43: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Mainfränkische Platten	189
Abbildung 44: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Mainfränkische Platten	189
Abbildung 45: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Mittleres Oberrhein-Tiefland	190
Abbildung 46: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Mittleres Oberrhein-Tiefland	190
Abbildung 47: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Neckar- und Tauber-Gäuplatten...	191
Abbildung 48: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Neckar- und Tauber-Gäuplatten...	191
Abbildung 49: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Nördliches Oberrhein-Tiefland.....	192
Abbildung 50: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Nördliches Oberrhein-Tiefland.....	192
Abbildung 51: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Odenwald, Spessart und Südrhön	193
Abbildung 52: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Odenwald, Spessart und Südrhön	193
Abbildung 53: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Schwäbische Alb	194
Abbildung 54: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Schwäbische Alb	194
Abbildung 55: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Schwäbisches Keuper-Lias-Land.	195
Abbildung 56: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Schwäbisches Keuper-Lias-Land.	195
Abbildung 57: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Schwarzwald.....	196
Abbildung 58: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Schwarzwald.....	196
Abbildung 59: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Südliches Oberrhein-Tiefland	197
Abbildung 60: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Südliches Oberrhein-Tiefland	197
Abbildung 61: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Voralpines Hügel- und Moorland ..	198
Abbildung 62: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Voralpines Hügel- und Moorland ..	198

1 Beschreibung des Handlungsfeldes

Das Handlungsfeld des Naturschutzes und der Landschaftspflege umfasst die belebte und unbelebte Natur, die hierin vorkommenden Populationen, Arten und Ökosysteme sowie die Landschaft. Handlungsfeld des Naturschutzes ist die Bewahrung und Erhaltung der heimischen Tier- und Pflanzenwelt einschließlich ihrer Lebensstätten und Lebensräume sowie die Sicherung der Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft (Naturschutzstrategie BW 2020, FAG2), wie dies auch in entsprechenden gesetzlichen Grundlagen festgelegt ist. Rechtliche Grundlagen des Naturschutzes sind das Bundesnaturschutzgesetz, das baden-württembergische Naturschutzgesetz (NatSchG, vom 13. Dezember 2005) sowie internationale Verpflichtungen, v. a. der Europäischen Union (z. B. FFH-Richtlinie und Vogelschutz-Richtlinie) und weitere internationale Konventionen (z. B. Bonner Konvention, Washingtoner Artenschutzübereinkommen, Konvention zur biologischen Vielfalt: CBD).

Die Vielfalt der Arten und Lebensräume in einem konkreten Raum wird von den naturräumlichen Gegebenheiten (z. B. Klima, geologische und geomorphologische Ausgangssituation) und der menschlichen Nutzung geprägt. Die Nutzung von Natur und Landschaft hat zu einem Rückgang von Arten der Naturlandschaft geführt (z. B. Arten nicht bewirtschafteter Wälder, frei fließender Flüsse) und gleichzeitig für viele Arten neue Lebensräume geschaffen (z. B. Acker- und Wiesenlandschaften, Streuobstbestände und Weinberge). Mit der Ausdehnung von Nutzungen auf fast alle Flächen der Landschaft und den sich in Art und Intensität stets ändernden Nutzungen sind ständige Änderungen der Lebensräume und ihrer Artenausstattung verbunden. Die innerartliche Vielfalt, die Vielfalt der Tier- und Pflanzenarten und die Vielfalt ihrer Lebensräume werden unter dem Begriff „biologische Vielfalt“ oder „Biodiversität“ zusammengefasst. Umfassender Schutz der biologischen Vielfalt umfasst daher die Arten und Lebensräume, die von direktem menschlichem Handeln nicht beeinflusst sind, und auch Arten und Lebensräume der genutzten Landschaft.

Der Schutz von Arten und Lebensräumen ist zusammen mit der Aufrechterhaltung von Ökosystemfunktionen sowie der Pflege und Entwicklung des Landschaftsbilds das zentrale Ziel aller Naturschutzaktivitäten (nach Naturschutzstrategie BW 2020, FAG2), was sich direkt aus den Zielen und Handlungsaufträgen der §§1 des NatSchG und BNatSchG ergibt. Ein Teil der hier vorgelegten Ausarbeitungen bezieht sich auf die Naturschutzstrategie¹ Baden-Württembergs.

Baden-Württemberg weist eine vielfältige naturgegebene Ausstattung und viele unterschiedliche Nutzungen in wechselvoller Geschichte auf, was zu einer hohen biologischen Vielfalt geführt hat. Baden-Württemberg weist auf kleinem Raum starke Höhengradienten auf (z. B. vom Oberrheingraben in die Höhenlagen des Schwarzwaldes) und ist durch großflächige Naturräume mit unterschiedlichen Bedingungen (z. B. Alpenvorland, Schwäbische Alb, Schwarzwald, Oberrheingraben) in enger Benachbarung geprägt. Entsprechend der sehr hohen Standortvielfalt ist die Artenausstattung sehr vielfältig, die von Arten mit arktisch-alpinen bis submediterranen Verbreitungsschwerpunkten reicht. Schätzungsweise kommen ca. 50.000 Arten vor. Die Vielfalt der Biotope wird in der Roten Liste Biotoptypen (Breunig 2002) in 281 Typen gegliedert (ohne technische Biotoptypen, davon 25 Biotoptypen ohne Gefährdungseinstufung nach Breunig 2002).

¹ Die Naturschutzstrategie BW 2020 befindet sich derzeit in Überarbeitung und daher muss ggf. ein Teil der angeführten Bezüge auf die Naturschutzstrategie BW 2020 nach deren Erscheinen aktualisiert werden.

Baden-Württemberg hat die Verantwortung, diese hohe biologische Vielfalt zu erhalten. Aus bundesweiter Sicht bietet Baden-Württemberg mit dem Oberrheingraben, aber auch mit dem Donautal wichtige Einwanderungswege für submediterrane verbreitete Arten und hat daher auch eine besondere bundesweite Verantwortung für die Anpassungen an den Klimawandel und die Verlagerung von Verbreitungsgebieten von Arten.

Der Klimawandel mit seinen Auswirkungen trifft auf eine in ihrer Anpassungsfähigkeit geschwächte biologische Vielfalt, da viele Arten und Biotope in ihren Beständen und in ihrer Verbreitung in Baden-Württemberg zurückgehen und nach den Roten Listen gefährdet sind:

- Der Anteil an gefährdeten Arten der Roten Listen (Gefährdungskategorie 0 bis 3) beträgt je nach Artengruppe zwischen 66 % (Reptilien) und 11,8 % (Weberknechte). Im Mittel über alle Artengruppen mit Roten Listen sind ungefähr 40 % der Arten in Baden-Württemberg gefährdet (Quelle: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/15293/>, Abrufdatum: 13.12.2012).
- Nach der Roten Liste Biotoptypen (Breunig 2002, Langfassung LUBW 2002) wurden von den 281 Biotoptypen 103 (36,6 %) als aktuell gefährdet (Kategorien 0 bis 3, G) eingestuft. Rechnet man die potenziell wegen ihrer extremen Seltenheit gefährdeten Biotoptypen hinzu (Kategorie R), so sind es 106 (37,7 %). Dagegen sind 136 Biotoptypen ungefährdet oder nicht beurteilt (Kategorien • und x), dies sind 48,4 % der in Baden-Württemberg vorkommenden Biotoptypen. Bei den übrigen Biotoptypen handelt es sich um 38 (13,5 %) der Vorwarnliste und um einen Biotoptyp (0,3 %) mit unklarer Datenlage (nach Breunig 2002). Knapp mehr als die Hälfte der Biotoptypen (37,7 % + 13,5 %) Baden-Württembergs sind somit gefährdet oder stehen auf der Vorwarnliste.

Detailliert beschrieben sind die jeweiligen Gefährdungsursachen beispielsweise in den Roten Listen Brutvögel, Amphibien oder der RL Biotoptypen, wobei bereits in der Roten Liste Moose bei einigen Arten auf den Klimawandel als Gefährdungsursache hingewiesen wird.

Da Baden-Württemberg in seinen vielgestaltigen Landschaften einen hohen Reichtum an Arten und Lebensräumen aufweist, hat es auch eine besondere Verantwortung für eine Reihe von Arten und Lebensräumen. In mehreren Roten Listen ist der Aspekt der Verantwortung detailliert dargestellt: Für 119 Arten bei den Artengruppen Amphibien und Reptilien, Heuschrecken und Schmetterlinge sowie Weichtiere hat Baden-Württemberg eine besondere Verantwortung (d. h. für 7,8 % der hierbei betrachteten 1.534 Tierarten), ebenso für 74 Moose (d. h. 8,5 % aller Moose Baden-Württembergs) und für 148 Höhere Pflanzen (6,7 % aller Höheren Pflanzen). Das Land Baden-Württemberg hat weiter für 86 Brutvogelarten eine besondere (hohe) Verantwortung für die Erhaltung dieser Arten in Deutschland. Von diesen 86 Vogelarten mit einer hohen (> 10 % des Brutbestandes in Deutschland) bzw. sehr hohen Verantwortung (> 30 % des Brutbestandes in Deutschland) stehen 14 Arten auf der Roten Liste der gefährdeten Brutvogelarten und 22 Arten auf der Vorwarnliste (nach RL Vögel, LUBW 2004). Auch in Bezug auf das Natura 2000-System der Europäischen Union weist Baden-Württemberg eine vielfältige Ausstattung an Arten und Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie sowie Vogelarten der Vogelschutzrichtlinie auf. Von den 91 in Deutschland vorhandenen Lebensraumtypen kommen 53 (davon 14 prioritäre) in Baden-Württemberg vor. Von den 133 FFH-Arten des Anhangs II kommen 48 Tierarten (davon vier prioritäre) und zwölf Pflanzenarten (davon eine prioritäre) Art vor, von den 85 in Deutschland vorkommenden Arten der Vogelschutz-Richtlinie 39 Vogelarten (Quelle: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/44485/> und [44488](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/44488/), Abrufdatum: 13.12.2012). Für die Bewahrung oder Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands müssen aufgrund der FFH-Richtlinie besondere Schutzgebiete ausgewiesen und Naturschutzmaßnahmen ergriffen werden. Auch für

einige FFH-Lebensraumtypen trägt Baden-Württemberg eine besondere Verantwortung, wie für die Mageren Flachlandmähwiesen oder für die Wacholderheiden mit dem Verbreitungsschwerpunkt auf der Schwäbischen Alb.

Der Klimawandel trifft alle Arten und Lebensräume, gefährdete und ungefährdete. Ein Teil der Arten und Lebensräume ist voraussichtlich empfindlich und wird ggf. beeinträchtigt, ein Teil ist möglicherweise anpassungsfähig. Außerdem sind alle Schutzgebiete dem Klimawandel ausgesetzt. Die Folgen der in den letzten Jahrzehnten bereits abgelaufenen Klimaänderung, v. a. der Temperaturerhöhung, lassen sich bereits jetzt an vielen biologischen Beispielen belegen (ausführlich hierzu Kap. 4.1.2 und 4.1.3). Mit zunehmender Verlässlichkeit der Klimaprojektionen für die nahe (2021 – 2050) und ferne (2051 – 2100) Zukunft wird es immer wichtiger, die möglichen Folgen für die biologische Vielfalt zu analysieren, die vorhandenen Informationen zusammenzustellen und für Baden-Württemberg das Handlungsfeld Naturschutz aufzubereiten, um Anpassungsmaßnahmen ableiten zu können.

Die biologische Vielfalt lässt sich in mehrere Organisationsebenen (siehe folgende Tabelle) gliedern, auf die der Klimawandel je nach Ebene spezifische Auswirkungen haben kann. Im Text wird nur ein Teil der möglichen Auswirkungen behandelt, vorrangig auf der Ebene der Arten, Arten-Gemeinschaften und Ökosystemleistungen.

Tabelle 1: Komponenten und Organisationsebenen der biologischen Vielfalt

Komponenten der biologischen Vielfalt, auf die der Klimawandel wirken kann	Organisationsebenen der biologischen Vielfalt
Gene Natürliche Selektion Vielfalt von Allelen Mutation	Organismen Hier nicht behandelt
Physiologie Vermehrungsrate Aktivität und Aktivitätsrhythmus Temperaturabhängige Geschlechterverhältnisse Anfälligkeit für Krankheiten, Parasiten, Infektionen etc. Überlebensrate	Organismen Hier nicht behandelt
Phänologie Ankunfts- und Abflugzeiten Länge der Wachstumsperiode Wanderung und Ausbreitungsfähigkeit Überwinterung, Diapause	Organismen
Populationsdynamik Reproduktion Altersstruktur Geschlechterverhältnis Häufigkeit und Dichte	Populationen
Verbreitung Qualität und Quantität des Habitats Ökologische Nische Größe und Lage des Verbreitungsgebiets	Arten
Beziehungen zu anderen Arten De-Synchronisation und dadurch Entkopplung von Beziehungen Ungleichgewichte Neue Interaktionen	Arten

Produktivität von Gemeinschaften Biomasse, Stoffströme und Energiefluss Häufigkeit von Störungen und Unterbrechungen Bodenerosion	Gemeinschaften
Ökosystem-Dienstleistungen Zusammensetzung von Artengemeinschaften Funktion und Produktion Nutzbarkeit für Menschen Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts; Regenerationsfähigkeit nachhaltige Nutzungsfähigkeit der Naturgüter	Ökosysteme

Im Anhang „Materialien“, sind ergänzende Informationen zusammengestellt, die zum einen der Nachvollziehbarkeit von Sensitivitätseinstufungen, Bewertungen oder Argumentationslinien dienen und zum anderen Auswertungen, Tabellen oder Grafiken darstellen, die sich aus einer Analyse der Datengrundlagen, vorrangig den Geodaten zur Biotopkartierung und aus dem Moor-Kataster ergeben.

2 Wirksame Klimafaktoren

2.1 Temperatur und Niederschlag

Temperatur und Niederschlag sind wichtige Klima-Faktoren, die sich direkt und indirekt auf Arten und ihre Lebensräume auswirken. Neben dem Klima beeinflussen viele weitere Faktoren die Verbreitung von Arten und die Dynamik von Verbreitungsänderungen. Dazu gehören beispielsweise biotische Interaktionen, evolutionäre Veränderungen und Ausbreitungsfähigkeiten. Die unterschiedlichen Faktoren beeinflussen die Verbreitung auf verschiedenen räumlichen Skalen. Auf kontinentaler Skala kann Klima als dominanter Faktor angenommen werden, während auf lokaler Skala Faktoren wie Topographie und Landnutzung wichtiger werden. Auf noch kleinräumigerer Ebene werden Faktoren wie biotische Interaktionen und Mikroklima entscheidend (Pearson & Dawson 2003).

Aussagen zur Veränderung der Verbreitung von Arten müssen daher beachten, dass es für klimawandelbezogene Extrapolationen auch Grenzen gibt, unterhalb derer konkrete Aussagen nicht mehr möglich sind (weil z. B. die künftige Landnutzung oder Interaktionen nicht bekannt oder nur unzuverlässig vorhersagbar sind).

Umweltvariable	Global > 10 000 km	Kontinental 2000 - 10 000 km	Regional 200 - 2 000 km	Landschaft 10 - 200 km	Lokal 1 - 10 km	Standort 10 - 1 000 m	Mikro < 10 m
Klima							
Topografie							
Landnutzung							
Bodentyp							
Biotische Interaktionen							

Abbildung 1: Unterschiedliche Faktoren beeinflussen die Verbreitung von Arten auf unterschiedlichen räumlichen Skalen

Quelle: Pearson & Dawson (2003)

Datenbasis der folgenden Ausführungen ist LUBW (2012). Wichtige Parameter für den Naturschutz aus LUBW (2012) sind Temperatur und Niederschlag (im Jahresgang, v.a. in der Vegetationsperiode), die klimatische Wasserbilanz und die Anzahl der Tage ohne Niederschlag bzw. Trockenperioden. Weiter sind auch Extremereignisse entscheidend steuernde Faktoren. Verwendet werden bei den folgenden Betrachtungen, falls nicht anders angegeben, die Mediane (p50-Werte).

Jahresmitteltemperatur („T Mittel“)

Die Mehrzahl der veröffentlichten Arbeiten zur Verschiebung von Verbreitungsbildern von Arten bezieht sich auf die Jahresmitteltemperatur, auch wenn häufig die Temperatur zu bestimmten Jahreszeiten oder Monaten biologisch sinnvoller wäre. Nur sehr wenige Arbeiten versuchen, die spezifisch wirksamen Klimafaktoren in ihrer jahreszeitlichen Veränderung zu ermitteln. Da die meisten Veröffentlichungen zur Verschiebung von Verbreitungsbildern von Arten die Jahresmitteltemperatur als Bezug verwenden, stellt diese Größe die entscheidende Bezugsgröße

dar (vgl. Kap. 4.1.2.3 und 4.1.3.2, beobachtete und projizierte Veränderung von Verbreitungsbildern). Dabei hat die Jahresmitteltemperatur zwischen 1901 und 2011 bereits zugenommen, wobei die stärkste Zunahme in den letzten 30 Jahren erfolgte (UM & LUBW 2012). Diese – im Vergleich zu den kommenden Veränderungen relativ geringe – Erhöhung ist Grundlage für bereits beobachtbare Veränderungen in der Pflanzen- und Tierwelt.

Tabelle 2: Für den Naturschutz wesentliche Änderungen summarischer Klima-Parameter

Quelle: LUBW (2012, Kurzfassung)

Klima-Kennzahl und Verlässlichkeit	Nahe Zukunft 2021 - 2050	Ferne Zukunft 2071 - 2100	Bedeutung
Jahresmitteltemperatur „zufriedenstellend“	+1,1 °C zu 8,4 °C d. h. Mittel BW 9,5 °C	+3,0 °C zu 8,4 °C d. h. Mittel BW 11,4 °C	Erhöhung
Vegetationsbeginn „bedingt zufriedenstellend“	-5,2 Tage Von derzeit ca. 1. April auf 28. März	-13,3 Tage Von derzeit ca. 1. April auf 19. März	Vorverlegung um ca. 1 bzw. 2 Wochen
Eistage „bedingt zufriedenstellend“	-8,9 Tage Es verbleiben 14,5 Eistage pro Jahr	-17,9 Tage Es verbleiben 5,5 Eistage pro Jahr	Deutliche Verringerung der winterlichen Eistage, d. h. weniger Frost und Durchfrieren von Böden und Gewässern
Niederschlag Gesamtjahr „bedingt zufriedenstellend“	+4,1 %	+1,3 %	Geringfügige Zunahme im Gesamtjahr (rein rechnerische Bilanz)
Niederschlag Sommer „bedingt zufriedenstellend“	-0,7 %	-9,4 %	Verringerung im Sommer
Niederschlag Winter „bedingt zufriedenstellend“	+7,1 %	+15,9 %	Zunahme im Winter

Grafische Darstellungen langjähriger Messreihen, die die bisherigen Veränderungen darstellen, finden sich für die Jahresmitteltemperatur, die Zahl der Sommer- und Eistage beispielsweise in UM & LUBW (2012).

Niederschlagssumme im Jahr („N Jahr“)

Die über Niederschläge verfügbare Wassermenge ist für die Vegetation entscheidend, da sie direkt auf das Pflanzenwachstum einwirkt und damit grundlegend für Pflanzen und die von ihnen direkt oder indirekt abhängigen Tiere sowie die Zusammensetzung von Pflanzengesellschaften, Biotopen oder FFH-Lebensräumen ist (vgl. Ellenberg & Leuschner 2010, Walter & Breckle 1999).

Bei gemeinsamer Betrachtung von Temperatur und Niederschlag ergibt sich eine Verschiebung zu erhöhten Jahresmitteltemperaturen, bei annähernd gleichbleibender Jahresniederschlagssumme (vgl. folgende Abbildung, Basis 25*25 km-Raster). Die Jahresmitteltemperaturen verschieben sich zu deutlich höheren Temperaturen bei annähernd gleichen bzw. leicht steigenden Niederschlagssummen pro Jahr. Auch in Zukunft wird es voraussichtlich sehr regenreiche (z. B. über 1.200 mm) Bereiche in Baden-Württemberg geben, deren Anzahl und Niederschlagsmenge

auch in ferner Zukunft nicht abnehmen werden (Datenbasis ist die Ensemble-Betrachtung nach LUBW 2012).

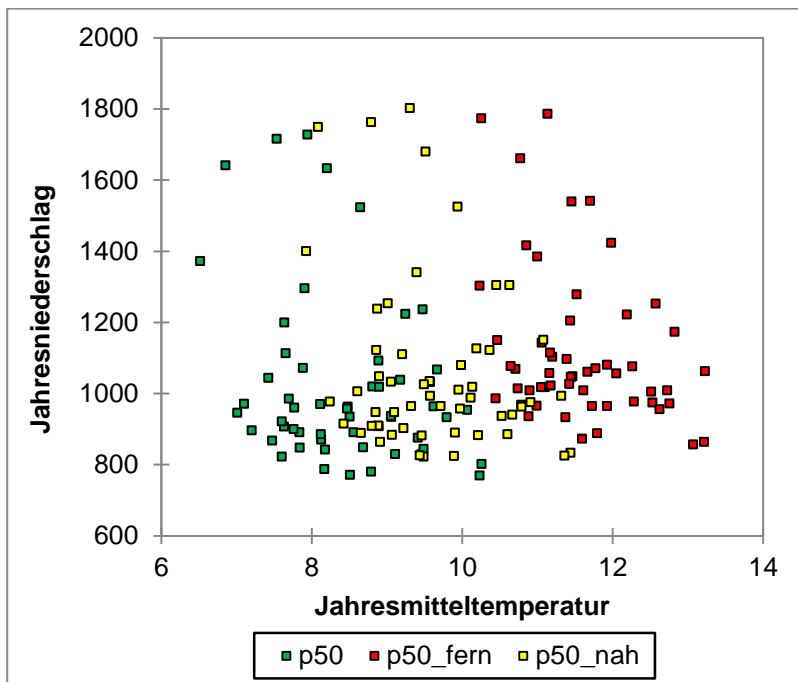


Abbildung 2: Temperatur und Niederschlag in Baden-Württemberg für Ist-Zustand, nahe und ferne Zukunft (Mediane)

p50:ist-Zustand (1971 - 2000): grün; p50_nah: 2021 - 2050: gelb; p50_fern: 2071 - 2100:rot

Bei einer differenzierten Betrachtung der Niederschlagssumme im hydrologischen Winter- und Sommerhalbjahr ergeben sich Veränderungen, diese sind aber relativ geringfügig:

- Im Sommerhalbjahr: Für die nahe Zukunft (-0,7 %) ergibt sich kaum eine Änderung der Niederschlagssumme und für die ferne Zukunft eine Abnahme auf etwa 464 mm (-9,4 %).
- Im Winterhalbjahr: Die Zunahme für die nahe Zukunft liegt bei +7,1 %, und für die ferne Zukunft bei +16 %.

Die für den Naturschutz wesentlichen Änderungen summarischer Klima-Parameter, wie sie von LUBW (2012) ermittelt und aufbereitet wurden, sind:

- Die Jahresmitteltemperatur wird sich voraussichtlich deutlich um 1,1 °C (nahe Zukunft) bis 3,0 °C (ferne Zukunft) erhöhen.
- Die Vegetationsperiode wird ungefähr um eine bzw. zwei Wochen früher im Jahr beginnen.
- Die Zahl der winterlichen Eistage wird stark abnehmen (ca. eine bis zweieinhalb Wochen).
- Bei den Niederschlägen sind keine gravierenden Änderungen im Sommer- und Winterhalbjahr zu erkennen, wenn auch ein Trend zu mehr Niederschlägen im Winter und weniger im Sommer im Mittel zu erkennen ist.

Neben den durchschnittlichen Werten können einzelne Witterungs-Ereignisse ebenfalls Auswirkungen auf Arten und Lebensräume haben. Im Sommer sind dies v. a. Trockenperioden und Hitzetage, im Winter Eistage und Frosttage, und ganzjährig z. B. die Stärke und Anzahl von Starkregenereignissen. An typische, im Jahresverlauf wiederkehrende Witterungen wie

Trockenperioden und mehrere Frosttage sind Arten und Lebensräume in Mitteleuropa angepasst. Die Auswirkungen der Veränderung solcher klimatischen Kenngrößen konkret auf einzelne Arten und Lebensräume abzuschätzen ist schwierig. Hierzu liegen in der Literatur (siehe 4.1.2 und 4.1.3) derzeit nur eher sporadische Arbeiten vor. Die fundierte Abschätzung der Auswirkungen von Extremereignissen (z. B. „Jahrhundertfluten“) ist schwierig und derzeit ein erst seit wenigen Jahren bearbeitetes Forschungsfeld. Daher werden hier vorrangig die durchschnittlichen Veränderungen von Summen-Parametern oder Jahresmittelwerten behandelt, auch wenn uns bewusst ist, dass Extremereignisse deutliche Auswirkungen auf Flora und Fauna haben können.

Die deutliche Verringerung der winterlichen Frost- und Eisperioden kann eine Reihe von Auswirkungen auf Pflanzen und Tiere haben:

- Verringerung winterlicher Mortalität, z. B. mit der Folge der Begünstigung von Wärme liebenden Insekten (z. B. Buchdrucker, kein Durchfrieren der überwinterten Stadien), die zu Massenvermehrungen neigen und wirtschaftliche Schäden verursachen können.
- Erhöhung der winterlichen Aktivität von Pilzen oder Krankheitserregern (nahe oder über dem Gefrierpunkt), die zu einer erhöhten Mortalität befallener Überwinterungsstadien ihrer Wirte führen kann, z. B. mit der Folge der Verpilzung der Raupen oder Puppen von Insekten, darunter auch naturschutzfachlich wichtiger Arten.
- Störung des Entwicklungszyklus von Arten, die auf winterliche Frost- und Eisperioden als Zeitgeber angewiesen sind.
- Veränderungen des Durchmischungsverhaltens von Standgewässern (z. B. Bodensee), mit der Konsequenz des Ausbleibens der bisher üblichen Zirkulation der Wasserschichten (vgl. Straile et al. 2010).

Änderungen von Temperatur und Niederschlag und von ihren jeweiligen jahreszeitlichen Verteilungen können, über direkte und indirekte Wirkungen, zu Beeinträchtigungen von Populationen, Arten und den von ihnen bewohnten Habitaten und Ökosystemen führen. Temperaturerhöhung und möglicherweise – zumindest regional – abnehmende sommerliche Niederschläge lassen Beeinträchtigungen v. a. für wasserabhängige Ökosysteme (Fließ- und Standgewässer; Moore, Feucht- und Nasswiesen) erwarten. Gegenwärtige Trends weisen weiterhin auf die Möglichkeit einer Zunahme von Extremereignissen wie starken Niederschlägen hin. Diese können zu erhöhten Erosions- und damit Stoffeinträgen in Fließgewässer und wasserabhängige Ökosysteme führen. In Baden-Württemberg sind dafür vorrangig die durch erosionsanfällige Lößböden geprägten Löß-Landschaften prädestiniert. Positive Auswirkungen sind dagegen für wärme- und trockenheitsangepasste Arten denkbar.

Zusätzlich sind indirekte Auswirkungen, auch in Folge von Anpassungs- oder Klimaschutzmaßnahmen anderer Handlungsfelder, zu erwarten. Zunehmende Konkurrenz hinsichtlich der Nutzung von Ressourcen (z. B. technische Anlagen für Niedrig- und Hochwassermanagement, intensiver Energiepflanzenanbau, Flächenverbrauch für Erneuerbare Energien inklusive Leitungstrassen) oder Flächen (z. B. durch den zunehmenden Anbau nachwachsender Rohstoffe) sind bereits jetzt gegeben. Andererseits sind auch Chancen durch die Nutzung von Synergien möglich, z. B. im Hinblick auf Maßnahmen des Schutzes vor Bodenerosion durch die Landwirtschaft, oder eine sinkende stoffliche Belastung wasserabhängiger Ökosysteme.

Über direkte und indirekte Wirkungspfade können Änderungen von Temperatur und Niederschlag und ihren jeweiligen jahreszeitlichen Verteilungen zu Beeinträchtigungen von Populationen, Arten und den von ihnen bewohnten Habitaten und Ökosystemen führen. Temperaturerhöhung und – zumindest regional – abnehmende sommerliche Niederschläge können zu Beeinträchtigungen v. a. für wasserabhängige Ökosysteme (Fließ- und Standgewässer; Moore, Feucht- und Nasswiesen, Sumpf- und Moorwälder) führen. Die Möglichkeit einer Zunahme von Extremereignissen besteht.

2.2 Phänologische Veränderungen

Die im Jahresablauf periodisch wiederkehrenden Wachstums- und Entwicklungserscheinungen der Pflanzen sowie Verhaltensweisen von Tieren nennt man Phänologie. Phänologische Ereignisse, wie z. B. Eintrittszeiten charakteristischer Vegetationsstadien (Phänophasen), die vegetative Entwicklung (z. B. Blattentfaltung und Laubverfärbung), reproduktive Phasen (z. B. Blüte und Frucht-reife) sowie charakteristische Verhaltensweisen von Tieren (z. B. Vogelzug: Erstankunftszeiten von Zugvögeln wie der Rauchschwalbe) werden hierbei betrachtet.

Als Konsequenz aus der geänderten Jahrestemperatur verändert sich auch der Vegetationsbeginn (Parameter „Veg-Beginn“). Dies hat direkte Auswirkungen auf den Beginn des Pflanzenwachstums und die erzeugbare Biomasse in einem Jahr, indirekt letztlich auch auf die Konkurrenzverhältnisse von Arten untereinander. Nach Menzel et al. (2005) hat sich die Vegetationsperiode in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts um ein bis zwei Wochen verlängert, was u. a. an Laubbaumarten wie Eiche, Buche und Birke in Deutschland beobachtet werden kann. Diese Verlängerung kommt überwiegend durch eine Verfrühung des Vegetationsbeginns zustande. Der Vegetationsbeginn liegt entsprechend den Klimaprojektionen für den Ist-Zustand und den Beobachtungsdaten um den 1. April. Für die nahe Zukunft zeigt sich im Mittel ein Klimasignal mit einem früheren Vegetationsbeginn von -5,2 Tagen, für die ferne Zukunft von -13,3 Tagen. Mit dem Delta-Change-Verfahren ergibt sich aus der Kombination des Vegetationsbeginns der Beobachtungsdaten und dem mittleren Klimasignal der Klimaprojektionen für die nahe Zukunft ein Vegetationsbeginn um den 28. März und für die ferne Zukunft um den 19. März.

Zwischen den Pflanzenarten gibt es Unterschiede in ihren phänologischen Reaktionen auf die Temperaturerhöhung: So reagiert die Buche mit ihrem Austrieb weniger stark auf Temperaturerhöhungen als andere Laubbäume. Weiter gibt es auch geographische Unterschiede: In West- und Zentraleuropa verfrüht sich der Frühling deutlich, im kontinentalen Osteuropa dagegen kaum bzw. es treten sogar Verspätungen auf. Die frühen phänologischen Phasen (z. B. Beginn der Schneeglöckchen- bzw. Forsythien-Blüte) haben sich am stärksten verschoben, vermutlich, da sich die Temperaturen im Winter und Frühjahr am deutlichsten veränderten (nach Menzel et al. 2006). Die monatlichen Mitteltemperaturen von Dezember bis März zeigen auch die höchste Variabilität (Menzel et al. 2006) aller Monatsmittel.

Die Vorverlegung der phänologischen Reaktionen des Frühjahrs und des Sommers ist eine enge Reaktion auf veränderte Temperaturen und damit wahrscheinlich eine Folge der globalen Erwärmung durch den Klimawandel. Phänologische Reaktionen im Frühjahr und Sommer werden überwiegend von der Temperatur der vorausgehenden ein bis drei Monate beeinflusst. Nach der Winterruhe benötigen Pflanzen Wärme für den Austrieb oder die Blüte, es ergibt sich ein fast linea-

rer Zusammenhang mit der Temperatur. Zwei entgegengesetzte Faktoren wirken dagegen in der Zeit der herbstlichen Laubverfärbung in Deutschland, die schlechter durch die vorangegangene Witterung zu erklären sind (Menzel et al. 2005). Ein warmer Spätsommer verzögert, aber eine höhere Temperatur im Mai und Juni verfrüht die Laubverfärbung.

Die Verfrühung der Wachstumsperiode kann sich auf die Interaktionen von Arten auswirken. Ein Problem kann die daraus folgende Desynchronisation von Interaktionspartner sein (z. B. in Nahrungsketten, wenn der eine Interaktionspartner über die Temperatur gesteuert wird und der andere über die Lichtverhältnisse (Tageslänge)). Nachweislich bestehen Desynchronisationsprobleme bei Zugvögeln (suboptimale Ankunftszeiten, wenn in den Herkunftsländern die Temperaturänderungen nicht gleichsinnig zu den Zielländern erfolgen) (vgl. Kap. 4.1.2 und 4.1.3). Neben der Vorverlegung des Frühjahrs findet auch eine Verlängerung des Herbstes bzw. eine Verspätung des Winteranfangs statt.

Weitere Möglichkeiten zur Desynchronisation bestehen durch die Veränderung von Zeitgebern wie z. B. Schneeschmelze, Frost oder Mindest-Tieftemperaturen, die letztlich auf einem geänderten Temperatur- und Niederschlagsregime beruhen.

Durch die bereits eingetretene Erhöhung der Jahresmitteltemperatur hat sich die Vegetationsperiode in der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts um ein bis zwei Wochen verlängert. Diese Verlängerung kommt überwiegend durch eine Verfrühung des Vegetationsbeginns zustande. Bei weiter gehender Temperaturerhöhung im 21. Jahrhundert kann die Verfrühung der Wachstumsperiode sich negativ auf die Interaktionen von Arten auswirken. Ein Problem kann die daraus folgende Desynchronisation von Interaktionspartner sein, z. B. in Nahrungsketten, wenn der eine Interaktionspartner über die Temperatur gesteuert wird und der andere über die Lichtverhältnisse (Tageslänge). Bei Zugvögeln wurden Desynchronisationsprobleme bereits nachgewiesen.

2.3 Abgeleitete Größen (z. B. klimatische Wasserbilanz, Tage ohne Niederschlag)

Die klimatische Wasserbilanz ist eine summarische Größe, die insbesondere für wasserabhängige Lebensräume wie Moore aller Art, Sümpfe, Feuchtwälder sowie feuchtes und nasses Grünland wichtig ist. Den Ist-Zustand für die Hauptnaturräume und die projizierten Unterschiede für nahe und ferne Zukunft zeigt die folgende Tabelle. Gegenwärtig weisen die meisten Hauptnaturräume eine klimatische Wasserbilanz von ca. 400 – 700 mm pro Jahr auf. Die größten Unterschiede bestehen zwischen Schwarzwald (höchste Werte) und nördlicher Oberrhein-Tiefebene (niedrigste Werte). Die Projektionen für die nahe Zukunft ergeben Unterschiede zwischen -47 (Hochrheingebiet) und +40 mm (Mittleres Oberrhein-Tiefeland) pro Jahr, je nach Hauptnaturraum. In der fernen Zukunft sind die Unterschiede zum Ist-Zustand deutlich größer (zwischen +90 Schwarzwald und -62 Donau-Iller-Lech-Platte).

Auffallend ist, dass die Richtung des Unterschieds bei mehreren Hauptnaturräumen nicht konstant positiv oder negativ ist, sondern wechselt: so weist z. B. das Voralpine Hügel- und Moorland in der nahen Zukunft eine positive Differenz der klimatischen Wasserbilanz gegenüber dem Ist-Zustand auf, in der fernen Zukunft dagegen eine negative; im Hochrheingebiet verhält es sich umgekehrt.

Tabelle 3: Änderungen der klimatischen Wasserbilanz in den Hauptnaturräumen

Zahlenwerte: Jahreswert der klimatischen Wasserbilanz in mm; Bezug p50-Werte (Mediane)

HNR	Hauptnaturraum	Ist-Zustand p50	Differenz zu p50 nah	Differenz zu p50 fern
3	Voralpines Hügel- und Moorland	538,8	10,4	-36,7
4	Donau-Iller-Lech-Platte	432,3	-31,7	-61,5
9	Schwäbische Alb	518,4	-12,8	-5,2
10	Schwäbisches Keuper-Lias-Land	477,9	-2,4	19,7
12	Neckar- und Tauber-Gäuplatten	410,4	-1,5	-17,0
14	Odenwald, Spessart und Südrhön	555,5	32,8	86,0
15	Schwarzwald	1056,2	5,8	90,8
16	Hochrheingebiet	1008,5	-46,5	44,3
20	Südliches Oberrhein-Tiefland	742,7	8,1	-21,9
21	Mittleres Oberrhein-Tiefland	503,5	39,7	-30,6
22	Nördliches Oberrhein-Tiefland	286,6	-5,2	11,8

Die Projektionen der klimatischen Wasserbilanz für die nahe und ferne Zukunft liegen auch als Monatswerte vor. Hierdurch ist der projizierte Jahresverlauf der klimatischen Wasserbilanz analysierbar. In der nahen Zukunft ergibt sich voraussichtlich eine Erhöhung der monatlichen klimatischen Wasserbilanz für Januar bis Juni (50 %-Perzentilwerte) und für September bis Dezember und eine Verringerung in den Sommermonaten Juli bis August. Die Absolutwerte bleiben in allen Monaten im positiven Bereich, auch wenn sie in den Sommermonaten nur knapp über Null liegen.

Die Unterschiede gegenüber dem Ist-Zustand werden in der fernen Zukunft deutlicher: Zwar ist von Januar bis Mai ebenfalls mit einer erhöhten klimatischen Wasserbilanz pro Monat zu rechnen, aber in den Monaten Juni bis September werden deutlich niedrigere monatliche Bilanzwerte projiziert. Für bestimmte Vegetationstypen, vorrangig wasserabhängige Typen und Moore aller Art sowie Feucht- und Sumpfwälder, kann dies bedeuten, dass sie durch die sich ergebende sommerliche Trockenheit (aufgrund der negativen monatlichen klimatischen Wasserbilanz im Juli und der niedrigen Werte im August), die für die ferne Zukunft projiziert wird, beeinträchtigt werden.

Generell sind künftig stärkere Unterschiede der einzelnen Monate untereinander als jetzt festzustellen: Im Ist-Zustand liegen die jeweils höchsten und niedrigsten monatlichen Werte der klimatischen Wasserbilanzen zwischen ca. 30 und 75 mm, in der nahen Zukunft zwischen 10 und 90 mm, und in der fernen Zukunft zwischen -0.1 (Juli) und 100 mm (Dezember). Die Unterschiede zwischen den Monaten eines Jahres werden größer. Die Vergrößerung der Unterschiede trifft auch auf die Monate der Vegetationsperiode zu: Während heutzutage von April bis September die Werte zwischen ca. 25 und 45 mm liegen, wird dies in der fernen Zukunft bei ca. 0 und 55 mm sein.

Hieraus kann die allgemeine Anpassungsmaßnahme abgeleitet werden, die Wasser-Rückhaltefähigkeit der Landschaft mit adäquaten Methoden und an geeigneten Standorten zu erhalten, wiederherzustellen und vor allem zu stärken, um die Defizite der Sommermonate mit den Überschüssen der Wintermonate auszugleichen.

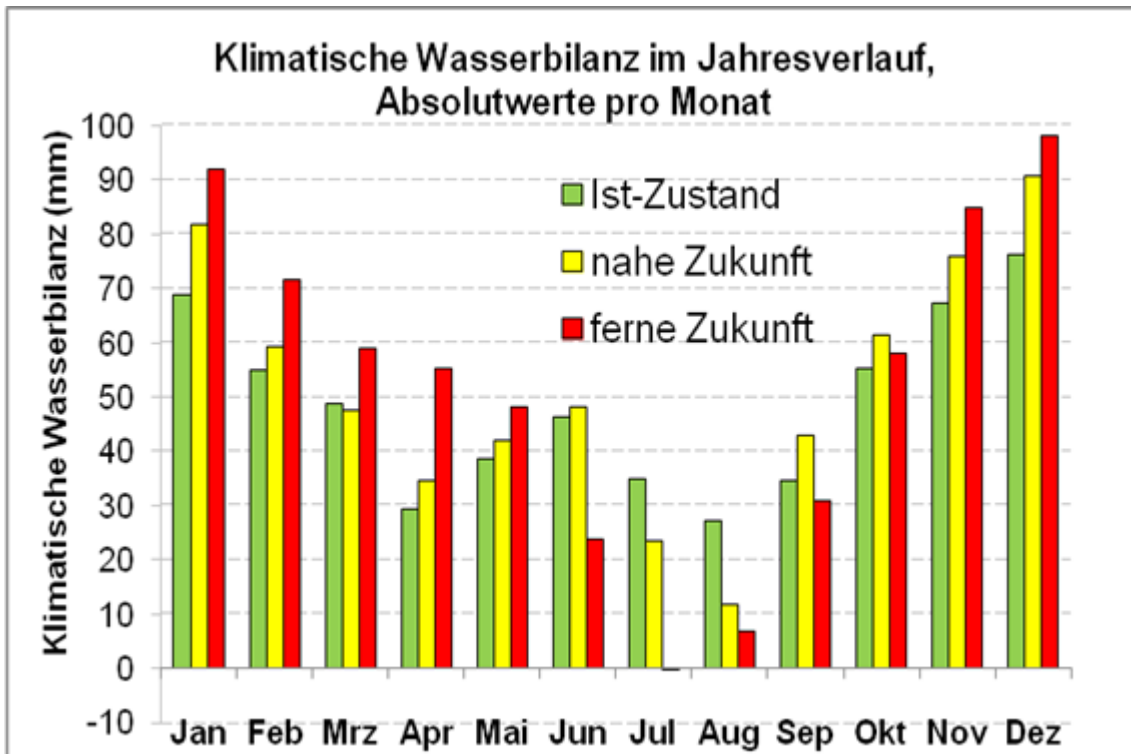


Abbildung 3: Klimatische Wasserbilanz: Absolutwerte pro Monat

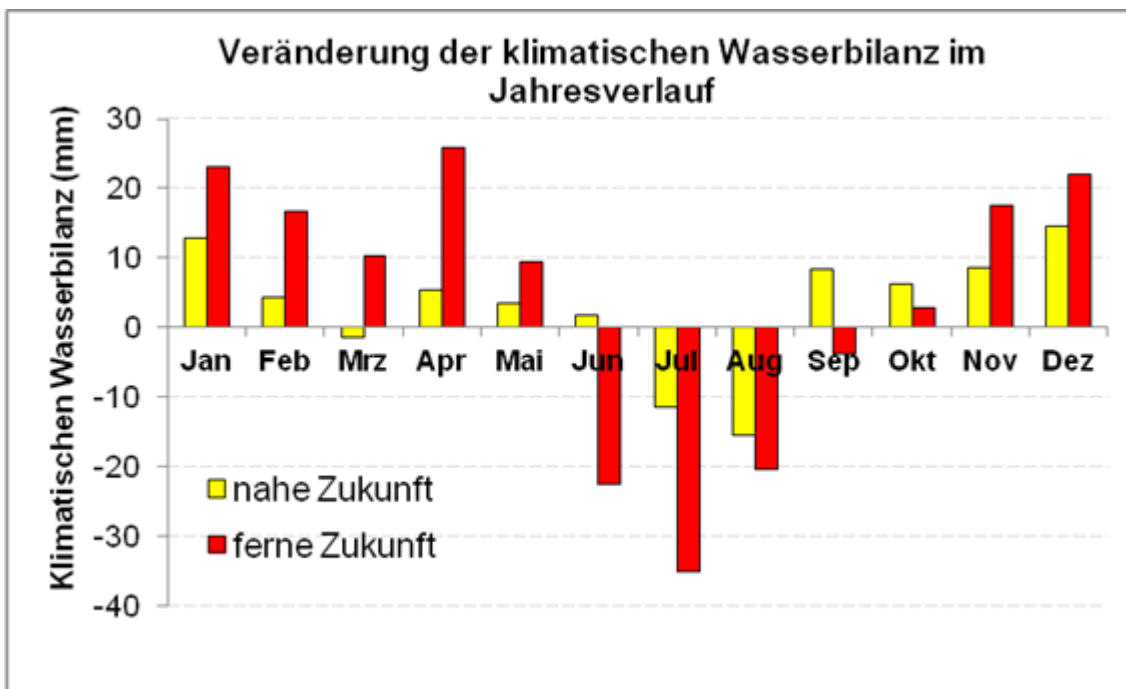


Abbildung 4: Klimatische Wasserbilanz: Veränderung gegenüber Ist-Zustand pro Monat
Dargestellt ist die Veränderung (Absolutwerte, in mm) gegenüber dem derzeitigen Zustand.

Die Anzahl der Trockenperioden pro Jahr (Perzentile, 25x25 km, Mittel für Baden-Württemberg pro Jahr) wird sich voraussichtlich erhöhen, von jetzt 2,4 Trockenperioden auf 2,7 Trockenperioden in der nahen und 3,0 Trockenperioden in der fernen Zukunft (Mediane, siehe folgende Tabelle).

Tabelle 4: Anzahl Trockenperioden pro Jahr

Kenngröße	Ist-Zustand	nahe Zukunft	ferne Zukunft
p15.0	1,5	1,5	1,6
p50.0	2,4	2,7	3,0
p85.0	3,8	4,1	3,4

Die Anzahl der Tage ohne Niederschlag pro Monat (Perzentile, 25x25 km, Mittel für Baden-Württemberg pro Jahr) wird sich im Sommer voraussichtlich erhöhen (projiziert für die ferne Zukunft werden drei Tage pro Monat mehr ohne Niederschlag sein) und im Winter verringern (ca. zwei Tage pro Monat weniger), wie die folgende Grafik und Tabelle zeigt, so dass im Jahresmittel (ca 16 Tage pro Monat) kaum eine Änderung feststellbar ist. Die Wirkung auf die Vegetation (Risiko sommerlicher Wasserdefizite) ist jedoch durch die Zunahme der Tage ohne Niederschlag im Sommer (v. a. Monate Juni bis September) bedingt.

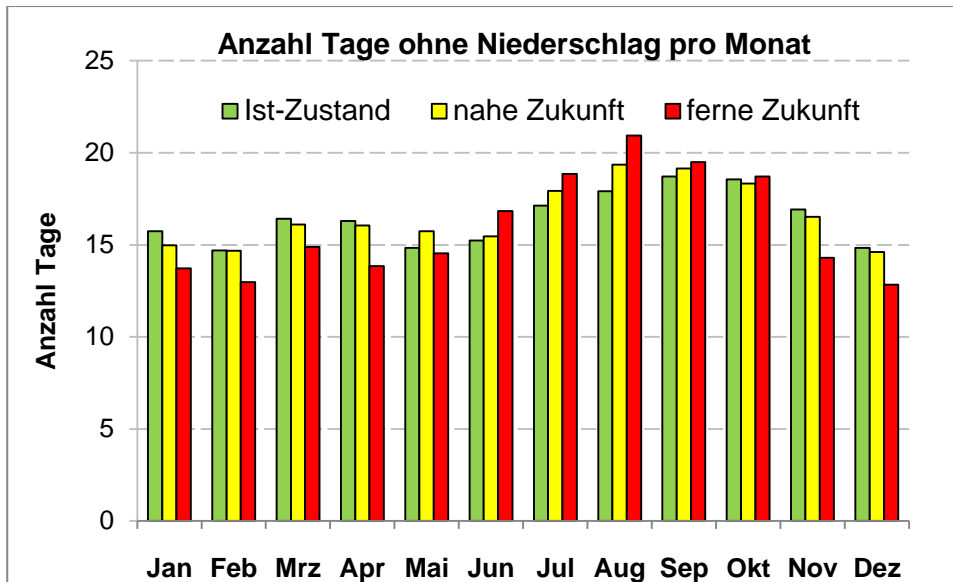


Abbildung 5: Anzahl Tage ohne Niederschlag: Absolutwerte pro Monat

Tabelle 5: Anzahl Tage ohne Niederschlag pro Monat

Zahlenwerte: Tage ohne Niederschlag, Bezug p50-Werte (Mediane) für Baden-Württemberg

Zeit	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Ist-Zustand	15,7	14,7	16,4	16,3	14,8	15,2	17,1	17,9	18,7	18,6	16,9	14,8	16,4
nahe Zukunft	15,0	14,7	16,1	16,1	15,7	15,5	17,9	19,4	19,1	18,3	16,5	14,6	16,6
ferne Zukunft	13,7	13,0	14,9	13,8	14,5	16,8	18,9	20,9	19,5	18,7	14,3	12,8	16,0

Auch diese Klima-Kennwerte führen dazu, dass aus naturschutzfachlicher Sicht ein erhöhter Bedarf an verbesserter Wasser-Retentionsfähigkeit der Landschaft besteht, um die gegenüber jetzt erhöhten jahreszeitlichen Ungleichgewichte zwischen den Sommer- und Herbst-Monaten sowie den Winter- und Frühjahrsmonaten ausgleichen zu können.

3 Vulnerabilitätsanalyse

Für ausgewählte Lebensräume (FFH-Lebensraumtypen, Biotoptypen) und Arten (v. a. FFH-Arten; ausgewählte Pflanzenarten, eine Reihe von geschützten oder gefährdeten Tierarten) liegen Gefährdungsabschätzungen und Sensitivitätsanalysen für Deutschland bzw. Mitteleuropa vor (z. B. Petermann et al. 2007; Pompe et al. 2010; Schlumprecht et al. 2010; Rabitsch et al. 2010; Beierkuhnlein et al. 2011), die als Grundlage für die folgende Beschreibung der Vulnerabilität von Arten und Lebensräumen dienen. Hierbei wurden diese Bewertungen übernommen und auf die Arten, Biotoptypen oder FFH-Lebensraumtypen Baden-Württembergs angewandt, soweit möglich. In der Literatur liegen viele Methoden zur Bewertung der Vulnerabilität vor. Verwendet wurden diejenigen, die im Rahmen von Forschungsprojekten des Bundesamt für Naturschutz (BfN) erstellt wurden oder die sich auf Mitteleuropa bzw. Deutschland beziehen. Eigenständige, neue Bewertungsverfahren wurden im Rahmen dieses Projekts nicht erstellt.

Die den Gefährdungsabschätzungen und Sensitivitätsanalysen zugrunde liegenden Arbeiten und die dort verwendeten Klima-Szenarien sind in Kapitel 6.2.4 zusammenfassend dargestellt. Die Mehrzahl der Arbeiten verwendet Projektionen des IPCC oder des ALARM-Projekts, und beruht auf einer zusammenfassenden Betrachtung von mehreren Emissions-Szenarien.

Bevor die einzelnen Details der Vulnerabilitätsanalyse dargestellt werden, wird im Folgenden ein kurzer Überblick über allgemeine Erkenntnisse und Folgerungen aus diesen Analysen gegeben:

Wesentliche naturschutzfachliche Ziele sind die Erhaltung von naturnahen Standortbedingungen (z. B. Nährstoffarmut, natürliche Dynamik oder Wasserhaushalt) und von langfristiger Habitatqualität („Habitat-Tradition“, z. B. langfristig mit einheimischen Baumarten bestockte Wald-Flächen). Unter dem Aspekt des Klimawandels ergeben sich aus den Projektionen der Klimamodelle Hinweise auf Schwerpunkte der langfristigen Habitat-Kontinuität, d. h. Bereiche bei denen auch in naher (2021 - 2050) und ferner Zukunft (2071 - 2100) voraussichtlich geeignete klimatische Rahmenbedingungen vorhanden sein werden. Hierzu wurden für ausgewählte Lebensräume Karten erstellt, die die voraussichtlichen Veränderungen in den Naturräumen Baden-Württembergs zeigen. In solchen Bereichen sind langfristig Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung dieser Lebensräume und zur Erhaltung ihrer Artenausstattung sinnvoll.

In den Räumen, in denen sich möglicherweise die klimatischen Bedingungen stark ändern und damit – je nach Lebensraum – ungünstig werden können, verschwindet jedoch nicht die naturschutzfachliche Bedeutung der Flächen. Auch wenn sich die Artenzusammensetzung künftig ändern kann, so sind solche Flächen trotzdem von besonderer Bedeutung für den Schutz der biologischen Vielfalt und weisen eine spezifische Artenzusammensetzung auf, die sie von ihrem Umfeld, d. h. einer meist intensiv genutzten Landschaft unterscheidet.

Aufbauend auf den Klimaprojektionen für die nahe und ferne Zukunft bestehen naturräumliche Unterschiede im Ausmaß der zu erwartenden Veränderungen. Langfristig sinnvoll ist daher, bei Erhaltung und Regeneration bestehender Lebensräume räumliche Schwerpunkte zu setzen. Strategische Ziele sind daher zum einen die Aufrechterhaltung der Habitat-Kontinuität in den Bereichen, die für die jeweiligen Lebensräume voraussichtlich auch bis in die ferne Zukunft günstige Bedingungen aufweisen, zum anderen die Förderung der Biodiversität in den Naturräumen, in denen die Bedingungen für einzelne Lebensräume ungünstig werden.

Maßnahmen zur Moor-Regeneration haben daher ihren Schwerpunkt in den Naturräumen, die langfristig voraussichtlich weiterhin günstige Standortbedingungen für Hoch- und Niedermoore aufweisen (z. B. Voralpines Hügel- und Moorland, Donau-Iller-Lechplatte; Hochschwarzwald im Süden und Grindenschwarzwald im Norden des Schwarzwaldes).

Maßnahmen zum Schutz und zur Wiederherstellung von Feuchtgebieten sind v. a. in den Naturräumen anzustreben, die langfristig voraussichtlich weiterhin günstige Standortbedingungen für z. B. Feucht- und Nasswiesen sowie Niedermoor-Standorte aufweisen (z. B. Voralpines Hügel- und Moorland, Donau-Iller-Lechplatte, Hochschwarzwald im Süden und Grindenschwarzwald im Norden des Schwarzwaldes, Hochlagen der westlichen Teile der Schwäbischen Alb, Baar).

In bestimmten Naturräumen (z. B. Südliches, Mittleres und Nördliches Oberrhein-Tiefland) werden sich voraussichtlich die Klimabedingungen so deutlich ändern, dass eine Erhaltung des bestehenden Arteninventars von wasserabhängigen Lebensräumen wie z. B. Niedermoore oder Nasswiesen vermutlich auf lange Sicht unwahrscheinlich ist und Veränderungen akzeptiert werden müssen. Auch solche Flächen verlieren jedoch nicht ihren naturschutzfachlichen Wert, sondern sind weiterhin für die biologische Vielfalt von Bedeutung (z. B. wenn sich eine Nasswiese innerhalb eines intensiv genutzten Umfelds aufgrund verringerter Wasserverfügbarkeit in eine mäßig frische bis feuchte Wiese entwickelt).

3.1 Vulnerabilität von Arten

3.1.1 Beschreibung der Vulnerabilität

3.1.1.1 Tierarten der Roten Listen Baden-Württembergs

Für 254 Tierarten der Roten Listen Baden-Württembergs (Säugetiere, Vögel, Amphibien, Reptilien, Weichtiere, Großschmetterlinge, Heuschrecken, Libellen, Prachtkäfer und Laufkäfer) liegen Einstufungen der Gefährdungsdiskposition gegenüber dem Klimawandel von Rabitsch et al. (2010) vor, die v. a. besonders oder streng geschützte Tierarten der Bundesartenschutzverordnung oder Arten der Vogelschutz- oder FFH-Richtlinie beurteilt haben, jedoch nicht systematisch alle Arten einer Artengruppe. Daher sind keine Aussagen für ganze Artengruppen möglich.

Die Gefährdungsdiskposition wurde von Rabitsch et al. (2010) dreistufig skaliert. Diese Einstufung wurde auf Tierarten Baden-Württembergs übertragen. Demnach sind viele Tierarten der Gefährdungsgrade 0, 1 oder 2 der Roten Liste BW auch sehr häufig in den Risikoklassen hoch und mittel eingestuft (z. B. 75 von 79 Arten des Rote Liste-Status 2 oder 34 von 41 des Rote Liste-Status 3), während Tierarten der Vorwarnstufe (V) oder ungefährdete Tierarten (*) überwiegend in der niedrigen oder mittleren Risikoklasse vertreten sind (Quelle: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/29039/>; Abrufdatum 13.12.2012).

Tabelle 6: Sensitivität ausgewählter Tierarten der Roten Listen gegenüber dem Klimawandel

Quelle: Sensitivitätseinstufung: Rabitsch et al. (2010):

HR: Hohes Risiko, MR: Mittleres Risiko, GR: Geringes Risiko

Quelle Rote Liste BW: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/29039/>

RL Kategorie	RL Bedeutung	GR	MR	HR	Summe
0	Ausgestorben oder verschollen		55	5	60
1	Vom Aussterben bedroht	4	65	10	79
2	Stark gefährdet	7	29	5	41
3	Gefährdet	7	12	2	21
*	Nicht gefährdet	7	8	2	17
D	Datenlage unzureichend	2	4		6
G	Gefährdung anzunehmen		4		4
i	I gefährdete wandernde Art	3			3
R	Von Natur aus selten		5	1	6
V	Vorwarnstufe	12	5		17
Summe	Summe	42	187	25	254

Die Auswertung der Gefährdungsdisposition nach Rabitsch et al. (2010) und des Gefährdungsgrads nach den Roten Liste Tiere Baden-Württembergs zeigt: Zusätzlich zu den bestehenden Gefährdungsfaktoren, die zu einer hohen Einstufung in der Roten Liste Baden-Württemberg geführt haben, kommt der Klimawandel als weiterer Gefährdungsfaktor dazu, häufig mit hohem Risiko für den Fortbestand dieser Tierarten in Baden-Württemberg.

3.1.1.2 Pflanzenarten der Roten Liste

Für die in der Roten Liste Pflanzenarten Baden-Württembergs aufgeführten gefährdeten und ungefährdeten Arten wurden die ökologischen Zeigerwerte (aus Jansen & Dengler 2008, Jansen 2012) für Licht, Temperatur, Feuchte und Stickstoff nach Ellenberg et al. (2001) ausgewertet und in den folgenden Abbildungen visualisiert. Ziel der Auswertung ist, darzustellen, wie hoch die Anteile besonders sensibler Arten mit speziellen Temperatur- und Feuchteansprüchen in der Roten Liste Baden-Württembergs (Quelle Rote Liste Baden-Württemberg: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/29039/>, Abrufdatum 13.12.2012) sind.

Insgesamt ist die Zahl der Pflanzenarten Baden-Württembergs, die kalte oder kühle Temperaturen bevorzugen (Zeigerwerte 2 bis 4), relativ gering und liegt bei 13, 55 bzw. 90 Arten. Jedoch ist der Anteil an gefährdeten Arten (RL 0 bis RL 3) in diesen Gruppen hoch und liegt bei 100 %, 71 % und 52 %. Auch stark Wärme liebende Pflanzen sind meist stark gefährdet (Zeigerwerte 8 und 9), hier liegt die Zahl der Rote Liste-Arten bei 39 (72 %) bzw. 7 (100 %) (Prozentanteile der Arten an der jeweiligen Zeigerwert-Klasse). Arten mittlerer Temperaturverhältnisse sind derzeit relativ wenig gefährdet (Zeigerwerte 5 und 6, mit 23 % und 35 % gefährdeten Arten). Steigen die Jahresmitteltemperaturen, so dürfte auch der Anteil der Arten mit niedrigen Zeigerwerten hinsichtlich der Temperatur (Zeigerwerte 3 und 4) weiter ansteigen. Ggf. verringert sich der Anteil der gefährdeten Arten bei den besonders Wärme liebenden Pflanzen (Zeigerwerte 7 bis 9).

Tabelle 7: Ellenberg-Zeigerwerte Temperatur für gefährdete Pflanzenarten

Quelle Rote Liste BW: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/29039/>

Temperaturzahl Nach Ellenberg	Gesamtzahl Arten	Anzahl in RL 0 bis 3	Anteil RL 0 bis 3
2	13	13	100 %
3	55	39	71 %
4	90	47	52 %
5	261	61	23 %
6	487	172	35 %
7	243	146	60 %
8	54	39	72 %
9	7	7	100 %
Summe	1.210	524	43 %

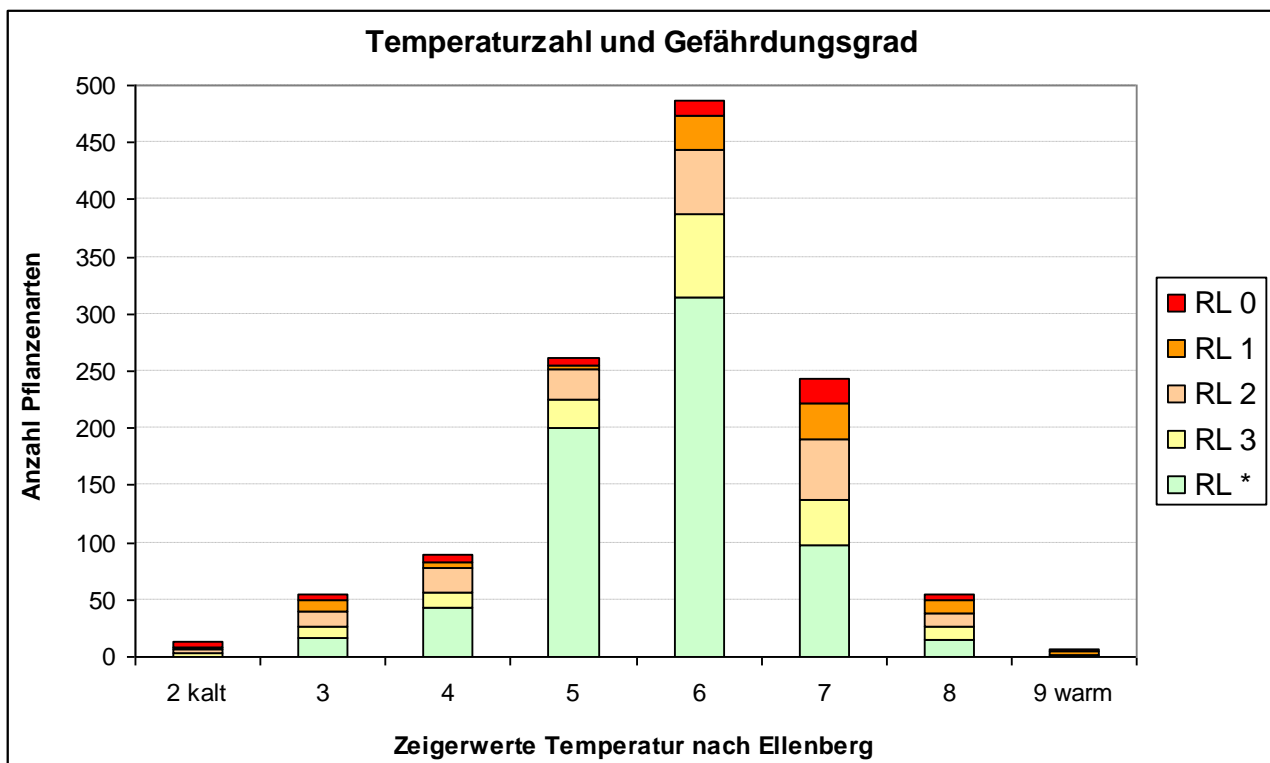


Abbildung 6: Zeigerwerte Temperatur für Pflanzenarten der Roten Liste

Insgesamt ist die Zahl der Pflanzenarten Baden-Württembergs, die nasse Standorte bevorzugen (Zeigerwert 9) oder Wasserpflanzen sind (Zeigerwerte 10 bis 12) gering und liegt bei ca. 107 bzw. ca. 30 Arten, jedoch ist der Anteil an gefährdeten Arten (RL 0 bis RL 3-Status) relativ hoch und liegt bei 72 % bzw. ca. 44 – 56 %. Auch sehr große Trockenheit ertragende oder bevorzugende Pflanzen sind meist stark gefährdet (Zeigerwerte 1 und 2), hier liegt die Zahl der Rote Liste-Arten bei vier bzw. 35 was 100 % bzw. 70 % der Anzahl Arten der jeweiligen Zeigerwert-Klasse entspricht. Arten mittlerer Feuchteverhältnisse sind derzeit relativ wenig gefährdet (Zeigerwerte 4 bis 6, mit 38 % bis 16 % gefährdete Pflanzenarten).

Tabelle 8: Ellenberg-Zeigerwerte Feuchtezahl für gefährdete Pflanzenarten

Feuchtezahl Nach Ellenberg	Gesamtzahl Arten	Anzahl in RL 0 bis 3	Anteil RL 0 bis 3
1	4	4	100 %
2	50	35	70 %
3	173	107	62 %
4	296	113	38 %
5	295	64	22 %
6	135	22	16 %
7	94	37	39 %
8	113	53	47 %
9	107	77	72 %
10	39	17	44 %
11	25	14	56 %
12	34	19	56 %
Summe	1.365	562	41 %

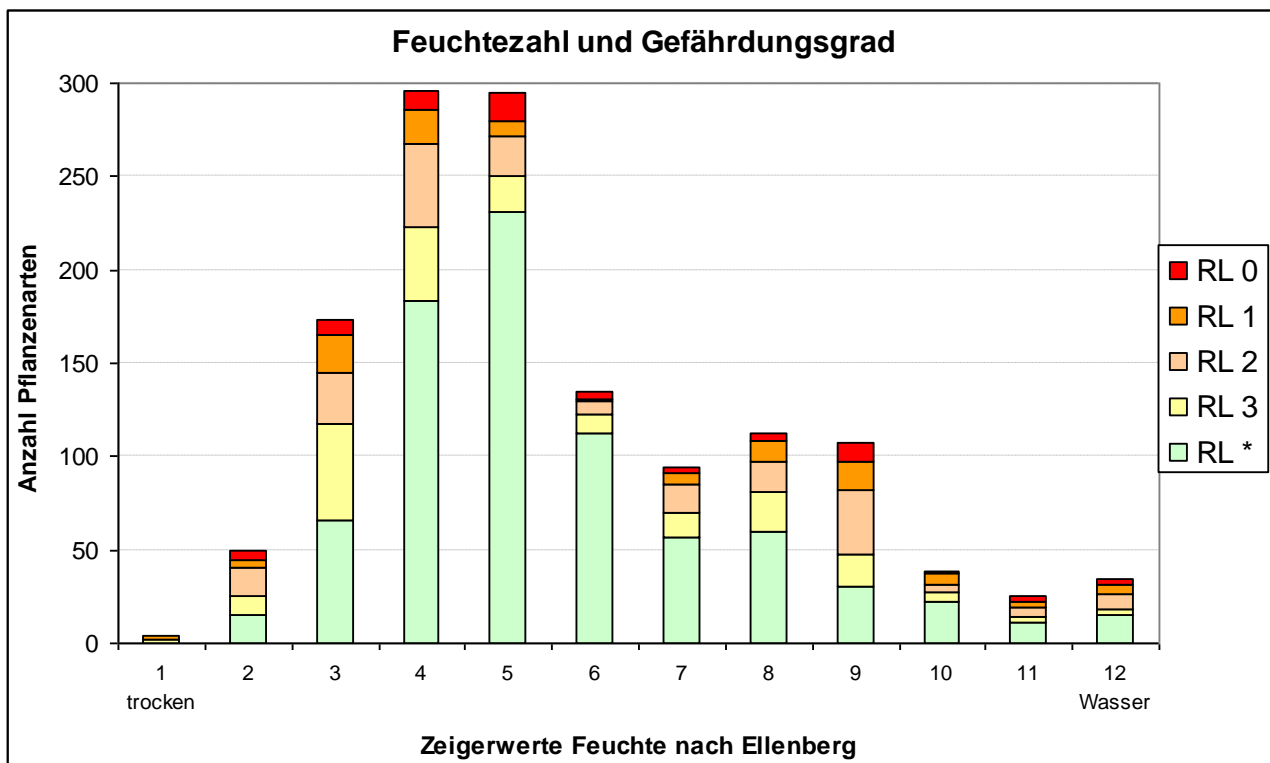


Abbildung 7: Zeigerwerte Feuchte für Pflanzenarten der Roten Liste

Falls es während der Vegetationsperiode in der fernen Zukunft zu deutlich geringeren Niederschlägen kommen wird und sich sommerliche Trockenheit verstärken wird oder Trockenperioden länger andauern würden, dürfte der Anteil der gefährdeten Pflanzenarten bei den Zeigerwertklassen 9 bis 12 zunehmen.

Eine Auswertung der ökologischen Zeigerwerte (nach Ellenberg et al. 2001) und der Gefährdungssituation (nach der Roten Liste Pflanzen Baden-Württembergs) für Pflanzenarten mit speziellen Temperatur- und Feuchteansprüchen zeigt: Die absolute Zahl an Pflanzen, die sehr kühle Temperaturbedingungen anzeigt, ist relativ niedrig im Vergleich zum Gesamtarteninventar in BW, jedoch sind die Anteile gefährdeter Arten mit diesen Ansprüchen sehr hoch. Dies gilt auch für Arten, die sehr nasse Standorte bevorzugen. Bei

erhöhten Temperaturen dürften Pflanzenarten mit diesen ökologischen Ansprüchen voraussichtlich eine starke zusätzliche Gefährdung durch den Klimawandel erfahren.

3.1.1.3 FFH-Tierarten

Für alle FFH-Tierarten Deutschlands liegt eine Einstufung der Gefährdungsdiskposition vor. Die Gefährdungsdiskposition wurde von Schlumprecht et al. (2010) mit Punkten für eine Reihe von Beurteilungskriterien bewertet. In der folgenden Tabelle wird eine dreistufige Klassenbildung angewendet. Ausführliche Datengrundlagen hierzu siehe Anhang Materialien, Tabelle 26: Sensitivität der FFH-Tierarten Baden-Württembergs.

Viele FFH-Tierarten Baden-Württembergs weisen einen günstigen Erhaltungszustand auf, wobei sich ihre Gefährdungsdiskposition über fast den gesamten Bereich der ermittelten Punktzahlen erstreckt, von geringer (drei Punkte) bis hoher (elf Punkte) Punktzahl. Tierarten mit schlechtem Erhaltungszustand hingegen weisen überwiegend mittlere Punktzahlen der Gefährdungsdiskposition auf (acht oder neun Punkte). Ebenso haben Tierarten mit ungünstigem Erhaltungszustand einen Schwerpunkt der Verteilung bei Punktzahlen mittlerer Gefährdungsdiskposition und sind nur mit je drei Arten in niedriger oder hoher Gefährdungsdiskposition vertreten. Aggregiert man über alle Erhaltungszustände hinweg, so sind die baden-württembergischen FFH-Tierarten durch den Klimawandel nach dieser Einschätzung überwiegend einer mittleren Gefährdungsdiskposition ausgesetzt, die zusätzlich zu den bisherigen Gefährdungen wirkt.

Tabelle 9: Sensitivität von FFH-Tierarten gegenüber dem Klimawandel

Quelle: Schlumprecht et al. (2010):

Punktzahl Zusätzliche Gefährdungsdiskposition	Erhaltungszustand (nach LUBW)				Summe FFH-Tierarten
	Günstig	Ungünstig	Schlecht	Unklar	
Niedrige Gefährdungsdiskposition					
3	2				2
4	4	1		1	6
5	8	2		1	11
Mittlere Gefährdungsdiskposition					
6	3	2	1	6	12
7	3	6	2	1	12
8	9	3	5	1	18
9	9	3	4	5	21
Hohe Gefährdungsdiskposition					
10	4	3	2	2	11
11	4	3	2	2	11
12	5		1		6
13			1		1
13					0
Summe	47	20	16	17	100

3 - 5: geringe Gefährdungsdiskposition

6 - 9: mittlere

10 - 13: hohe

Quelle für EHZ der FFH-Arten Baden-Württembergs:

<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/29527/>, Abrufdatum 13.12.2012)

Vergleicht man die Gefährdungsdiskposition gegenüber dem Klimawandel für FFH-Tierarten (nach Schlumprecht et al. 2010) mit ihrem Erhaltungszustand in Baden-Württemberg, so

ergibt sich: Die baden-württembergischen FFH-Tierarten sind durch den Klimawandel überwiegend einer mittleren Gefährdungsdiskposition ausgesetzt, die zusätzlich zu den bisherigen Gefährdungen wirkt.

Die Vulnerabilität der naturschutzfachlich wertvollen Arten (RL-Arten, Arten der FFH-RL etc.) wird als hoch eingeschätzt, ihre Anpassungskapazität als gering. Diese Arten sind überwiegend spezialisiert, spärlich verbreitet, weisen eine enge ökologische Nische und niedrige Populationsgrößen auf und haben meist eine geringe Ausbreitungsfähigkeit.

3.1.2 Bewertung der Dringlichkeit

3.1.2.1 Klimawandelbedingte Aussterberisiken von Arten

Untersuchungen zu den Aussterberisiken von Arten durch den Klimawandel geben Anlass zu sehr ernster Sorge: Die Aussterbe-Risiken – allein durch den Klimawandel – werden in mehreren Arbeiten sehr hoch eingeschätzt. Aufgrund der Modellierung der Verschiebung von Verbreitungsbildern könnten bis zu ca. 40 % der untersuchten Arten bis 2050 (Thomas et al. 2004, Mittelwert geschätzt bei 27 %) aussterben. Details hierzu siehe Kap. 4.1.3.4). Eine alternative Methode zur Abschätzung des Aussterbe-Risikos durch den Klimawandel wurde von Maclean & Wilson (2011) vorgelegt. Sie zeigt, dass empirische Belege für die tatsächlichen Auswirkungen des Klimawandels die bisherigen Vorhersagen eines zukünftigen Aussterberisikos stützen: Die durchschnittliche Aussterbewahrscheinlichkeit der Modellierung über die zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels betrug (nach Berücksichtigung diverser Randbedingungen) 10 % bis zum Jahr 2100 im Vergleich zu 14 % nach Beobachtungen (d. h. die Projektionen unterschätzen das Aussterberisiko im Vergleich zu empirischen Untersuchungen).

Darauf hingewiesen werden muss, dass diese Abschätzungen der Aussterberisiken alleine auf dem Klimawandel beruhen. Unabhängig vom Klimawandel bestehen bereits jetzt erhebliche Risiken für den Fortbestand der Arten, wie die Roten Listen zeigen. Auch ohne den Gefährdungsfaktor Klimawandel bestehen bereits so viele Gefährdungen, dass sie zu ca. 30 – 40 % gefährdeter Arten Baden-Württembergs (gemäß den Roten Listen Baden-Württembergs) geführt haben.

Durch den Klimawandel wird die Gefährdungssituation der Arten verschärft. Dem steht eine voraussichtlich steigende internationale Schutzverantwortung Deutschlands und Baden-Württembergs gegenüber, wie die folgenden Kapitel zeigen. Hieraus ergibt sich eine hohe Dringlichkeit von Artenschutzmaßnahmen im Allgemeinen und für gegenüber dem Klimawandel empfindliche und vermutlich beeinträchtigte Arten und Biotoptypen bzw. Ökosysteme im Besonderen.

Gemäß den EU-Zielen zur Verringerung des Artenverlustes bis 2020 und den Beschlüssen der 10. Vertragsstaatenkonferenz zur Konvention über die biologische Vielfalt in Nagoya im Oktober 2010 ist es erforderlich, den negativen Trend der Artengefährdung bis 2020 zu verringern und zu stoppen. Konkret bedeutet dies, innerhalb der nächsten acht Jahre die Gefährdungssituation von Arten so zu verringern und ihre Bestände so zu erhöhen, dass sich – z. B. bei einer Neueinstufung durch Rote Listen – eine geringere Gefährdungssituation ergibt.

Ergänzend muss angemerkt werden, dass vergleichbare Ziele bereits für 2010 formuliert waren und mangels Zielerreichung auf der CBD-Konferenz in Nagoya um zehn Jahre auf das Jahr 2020 verschoben wurden.

30 – 40 % der Arten Baden-Württembergs sind derzeit (gemäß den Roten Listen BW) gefährdet, auch ohne den zusätzlichen Gefährdungsfaktor Klimawandel. Durch den Klimawandel wird die Gefährdungssituation der Arten verschärft. Dem steht eine voraussichtlich steigende internationale Schutzverantwortung Deutschlands und Baden-Württembergs (z. B. für FFH-Arten) gegenüber. Artenschutzmaßnahmen sind daher sehr dringlich, v. a. für gegenüber dem Klimawandel empfindliche Arten.

3.1.2.2 Steigende Schutzverantwortung für Tierarten der FFH-Richtlinie

Im Rahmen des F+E-Vorhabens des BfN „Auswirkungen des Klimawandels auf Fauna, Flora und Lebensräume sowie Anpassungsstrategien des Naturschutzes“ (Beierkuhnlein et al. 2011) wurden für 55 Tierarten der FFH-Richtlinie Projektionen der künftigen Verbreitung unter Bedingungen des Klimawandels erstellt.

Aufgrund der Veränderungen der europäischen Verbreitungsbilder dieser Tierarten ergibt sich (Details und Beschreibung der Veränderungen siehe Anhang Materialien, Tabelle 27, für den Zeithorizont 2050) für ganz Deutschland:

- für 26 Arten erhöht sich die Schutzverantwortung
- für 18 Arten bleibt sie stabil bei hoher Verantwortung
- für vier Arten verringert sich die Schutzverantwortung
- für sieben Arten gibt es keine besondere Schutzverantwortung (da die Vorkommen voraussichtlich stabil bleiben oder die Art nicht mehr vorkommt (2 Arten))

Von den 55 bearbeiteten FFH-Tierarten kommen 44 in Baden-Württemberg vor, für sie ergibt sich:

- für 19 Arten erhöht sich die Schutzverantwortung
- für 18 Arten bleibt sie stabil bei hoher Verantwortung
- für zwei Arten verringert sich die Schutzverantwortung
- für fünf Arten gibt es keine besondere Schutzverantwortung (da die Vorkommen voraussichtlich stabil bleiben oder die Art nicht mehr vorkommt (2 Arten))

Insgesamt ergibt sich für diese Stichprobe an FFH-Arten eine deutlich erhöhte Schutzverantwortung, der Baden-Württemberg und Deutschland im Kontext der FFH-Richtlinie gerecht werden müssen. Da bei dieser Stichprobe an FFH-Arten die vermutlich am stärksten klimawandelsensitiven Arten ausgewählt wurden, ist davon auszugehen, dass die Verhältnisse bei den übrigen FFH-Arten, die nicht in diesem F+E-Vorhaben bearbeitet wurden, vermutlich geringer sind, d. h. man befindet sich bei dieser Abschätzung eher in einer „worst case“-Annahme.

Die Arten Baden-Württembergs, bei denen sich die Schutzverantwortung erhöht, sind in der Tabelle auf der übernächsten Seite aufgeführt. Eine Verringerung der künftigen Schutzverantwortung ist lediglich für die Äskulap-Natter sowie den Springfrosch zu erwarten.

Die folgenden Rasterkarten stellen für vier ausgewählte Tierarten, bei denen sich voraussichtlich die Schutzverantwortung erhöht, die Verbreitung in Baden-Württemberg dar. Anschließend werden tabellarisch alle entsprechenden Arten aufgeführt.

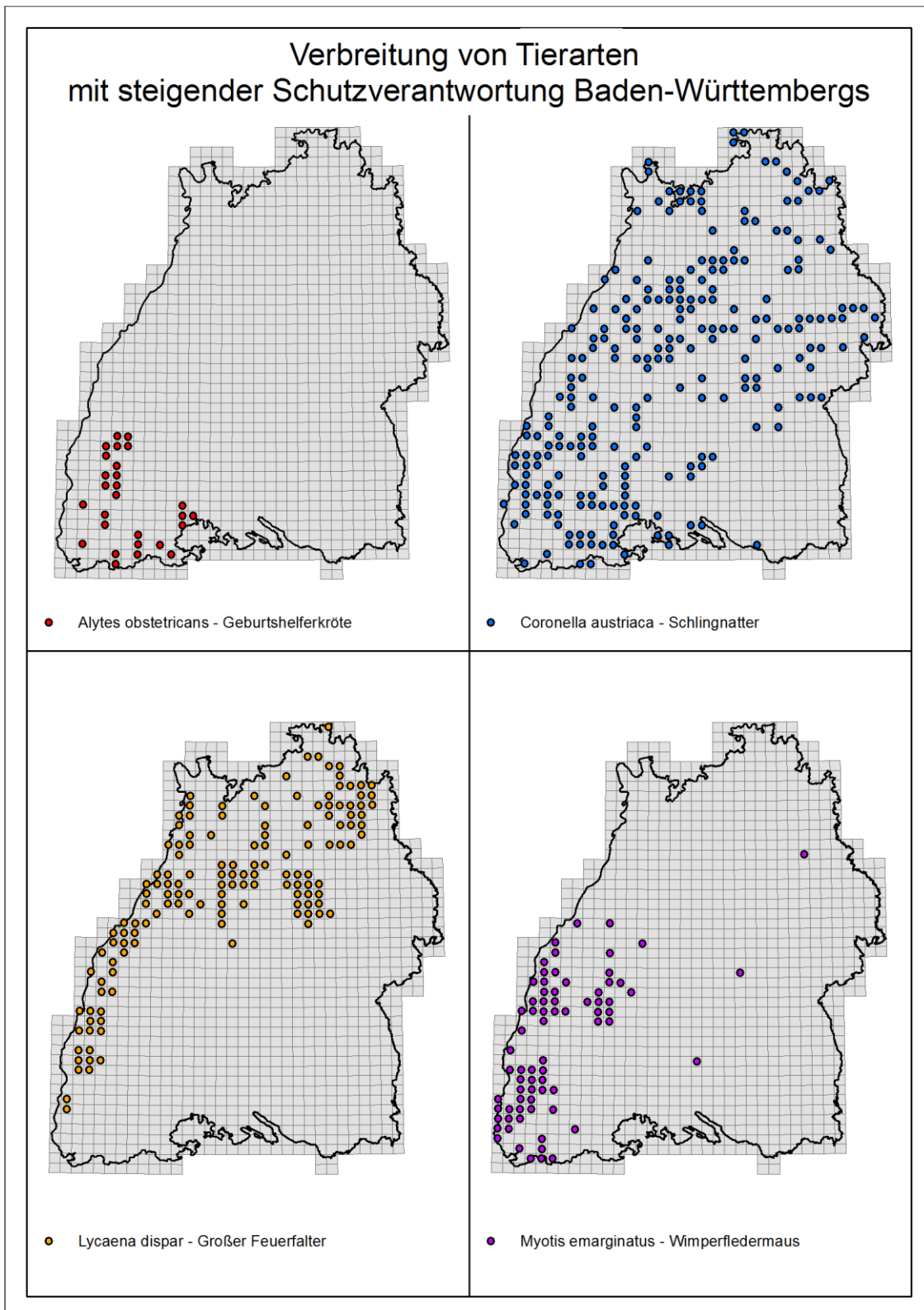


Abbildung 8: Beispiele für die derzeitige Verbreitung von FFH-Tierarten, bei denen sich voraussichtlich die Schutzverantwortung erhöht

Datenquelle: LUBW (2012), Verbreitungskarten von Arten der FFH-Richtlinie, im Rahmen der FFH-Berichtspflichten.

Tabelle 10: FFH-Tierarten Baden-Württembergs, bei denen sich die Schutzverantwortung erhöht

Erhaltungszustand: g: günstig, u: ungünstig, s: schlecht; ?: unklar (Stand 2006/2007), Aktualisierung frühestens ab Frühjahr 2013 verfügbar

Artnamen_DE	Artnamen_Lat	EHZ-BW	Schutzverantwortung für D
Mauereidechse	<i>Podarcis muralis</i>	u	Erhöhung
Schlingnatter	<i>Coronella austriaca</i>	g	Erhöhung
Westliche Smaragdeidechse	<i>Lacerta bilineata</i>	g	Erhöhung
Asiatische Keiljungfer	<i>Gomphus flavipes</i>	g	Erhöhung
Große Moosjungfer	<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	g	Erhöhung
Nordfledermaus	<i>Eptesicus nilssonii</i>	?	Erhöhung
Wimperfledermaus	<i>Myotis emarginatus</i>	u	Erhöhung
Weißrandfledermaus	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	g	Erhöhung
Große Hufeisennase	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	s	Erhöhung, #1#
Goldener Scheckenfalter	<i>Euphydryas aurinia</i>	s	Erhöhung
Großer Feuerfalter	<i>Lycaena dispar</i>	g	Erhöhung
Geburtshelferkröte	<i>Alytes obstetricans</i>	u	Erhöhung
Kreuzkröte	<i>Bufo calamita</i>	u	Erhöhung
Europäischer Laubfrosch	<i>Hyla arborea</i>	u	Erhöhung
Knoblauchkröte	<i>Pelobates fuscus</i>	s	Erhöhung
Moorfrosch	<i>Rana arvalis</i>	s	Erhöhung
Kleiner Wasserfrosch	<i>Rana lessonae</i>	?	Erhöhung
Seefrosch	<i>Rana ridibunda</i>	g	Erhöhung
Grasfrosch	<i>Rana temporaria</i>	g	Erhöhung

#1#: in Baden-Württemberg derzeit nur sehr spärliche Vorkommen. Die Art ist Wärme liebend, ggf. Vergrößerung der Bestände

3.1.3 Ableitung von Anpassungserfordernissen

Zur Erhaltung der biologischen Vielfalt ist es daher notwendig, für gegenüber dem Klimawandel vulnerable Arten mit Anpassungsmaßnahmen umgehend zu beginnen. Bis 2020 müssen nachweisbare Erfolge eingetreten sein (aufgrund der Beschlüsse des EU-Ministerrats (EU 2010), der 10. Vertragsstaatenkonferenz der CBD in Nagoya/Japan 2010, aber auch der Ziele der „Naturschutzstrategie BW 2020“).

Gemäß dem Ziel der „Naturschutzstrategie BW 2020“ sollen ab dem Jahr 2020 keine Arten mehr aussterben. Weiteres Ziel ist es, bis 2020 den Gefährdungsgrad der Arten spürbar zu senken und bis 2030 für alle Arten einen günstigen Erhaltungszustand zu erreichen. Da die Gefährdung von Arten steigt und es sich prognostizieren lässt, dass sich für Arten, die dem EU-Recht und der FFH-Richtlinie unterliegen, eine erhöhte Verantwortung für Deutschland und Baden-Württemberg ergibt, kommt den internationalen Verpflichtungen aus der FFH-Richtlinie eine erhöhte Bedeutung zu. Des Weiteren ist Eile geboten, da die Umsetzung gezielter Maßnahmen Zeit in Anspruch nimmt.

3.1.4 Anpassungsziele

Allgemeines Ziel ist, die biologische Vielfalt im Lande zu erhalten und vitale Populationen aufzubauen oder zu erhalten, um den Arten eine Anpassung an den Klimawandel zu ermöglichen. In den nächsten Jahren sollen die typischen Artengemeinschaften, wie sie der naturräumlichen

und Nutzungsgeschichtlichen Vielfalt des Landes entsprechen, flächendeckend in einen stabilen Zustand überführt und langfristig gesichert werden (Naturschutzstrategie BW 2020). Besonderes Engagement soll den Arten gelten, für die Baden-Württemberg innerhalb Europas eine besondere Verantwortung trägt.

Allgemeines Ziel:

Populationen von ausgewählten Arten stärken, um Vorkommen zu sichern und Anpassungsprozesse zu ermöglichen.

Zur Verwirklichung dieses allgemeinen Ziels ist aus der Sicht der Anpassung an den Klimawandel im Speziellen folgendes erforderlich:

- Förderung und Schutz von Verantwortungsarten, für die sich aufgrund des Klimawandels die Gefährdung in Baden-Württemberg erhöht, und für die Baden-Württemberg derzeit oder voraussichtlich künftig eine hohe internationale oder nationale Verantwortung hat.
- Förderung der allgemeinen Anpassungsfähigkeit von klimasensitiven und gefährdeten Arten durch Verringerung der bestehenden Beeinträchtigungen; d. h. auch Verbesserung des Erhaltungszustands von FFH-Arten und Verringerung der Gefährdung von Arten der Roten Listen und/oder Arten, für die Baden-Württemberg derzeit oder künftig eine hohe Verantwortung haben wird.

Instrumente hierfür können sein:

- Erweiterung und Optimierung des bestehenden Artenschutzprogramms des Landes Baden-Württemberg, so dass bis zum Jahr 2020 der Rückgang gefährdeter oder geschützter Arten (Verluste von Vorkommen, Bestandsrückgänge, etc.) beendet wird.
- Durch gezielte Maßnahmen (Artenhilfsprogramme, Erweiterung bestehender Förderprogramme, Einzel-Projekte etc.) sollen bis 2020 positive Bestandstrends bei bedrohten Arten erreicht werden, v. a. bei den gegenüber dem Klimawandel sensitiven Arten, so dass ihr Gefährdungsgrad gemäß den Roten Listen des Landes um mindestens eine Gefährdungsstufe verringert wird oder der Erhaltungszustand von Natura 2000-Arten in einen „günstigen“ Zustand gelangt.
- Das vorhandene Zielartenkonzept (ZAK) sollte um den Aspekt „Klimaanpassung“ erweitert sowie seine Umsetzung verstärkt gefördert werden.

3.1.5 Anpassungsmaßnahmen

Ziel bei den Arten ist es, „vitale Populationen“ zu erreichen, d. h. Populationen, die einen Populationsüberschuss aufweisen und deswegen ausbreitungsfähige Individuen bereitstellen können, die sich neue Habitats erschließen können. Nur solche Populationen sind auf natürlichem Weg in der Lage, den sich ändernden klimatischen Bedingungen zu folgen (nach Huntley 2007).

Hierzu ist einerseits das Schutzgebietssystem aus Naturschutzgebieten, flächenhaften Naturdenkmälern und Natura 2000-Gebieten sowie Großschutzgebieten v. a. für gefährdete Arten und Arten der FFH-Richtlinie (Anhang II) und der Vogelschutz-Richtlinie (Anhang I) so zu managen, dass langfristig stabile Populationen in Baden-Württemberg vorkommen. Diese Arten

benötigen Lebensräume, d. h. für sie sind unter anderem auch die Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie und die pauschal geschützten Biotoptypen (nach Art. 30 BNatSchG) entsprechend zu managen.

Die Managementpläne für Natura 2000-Gebiete und Pflege- und Entwicklungspläne für Schutzgebiete des nationalen Rechts (NSG, ND, gesetzlich geschützte Biotope, Schonwälder etc.) sollten entsprechend mit Planung, Personal und Fördervolumen ausgestattet werden, so dass Maßnahmen zur aktiven Förderung der Populationen und zur Pflege der Lebensräume erfolgreich umgesetzt werden können. Andererseits leben viele gefährdete Arten und Arten der FFH-Richtlinie (Anhang II) und der Vogelschutz-Richtlinie (Anhang I) häufig auch außerhalb von Schutzgebieten. Artenhilfsprogramme, Artenschutzmaßnahmen im ZAK und spezifische Projekte dürfen daher nicht auf Schutzgebiete beschränkt werden.

Förderung und Schutz von Verantwortungsarten, für die sich aufgrund des Klimawandels die Gefährdung in Baden-Württemberg erhöht.

- Umsetzung gezielter Maßnahmen für Arten, für die sich aufgrund des Klimawandels die Gefährdung erhöht und für die Baden-Württemberg eine besondere Verantwortung hat, so dass ihr Gefährdungsgrad gemäß den Roten Listen des Landes um mindestens eine Gefährdungsstufe verringert wird oder der Erhaltungszustand (Natura 2000-Arten) in einen „günstigen“ Zustand überführt wird.
- Die Maßnahme zielt auf Arten des Offenlands und von Gewässern, die durch gezieltes Management in Natura 2000-Gebieten, spezifische Hilfsprogramme und die Förderung extensiver Nutzungen bzw. Pflege erhalten werden sollen.
- Die Maßnahme beinhaltet auch die Optimierung des Schutzes von empfindlichen Wald-Arten (z. B. Rote Liste Arten, FFH-Arten des Waldes) sowie ihrer Lebensräume, v. a. durch Fortschreibung und Anpassung von FFH-Managementplänen sowie Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten in der forstlichen Planung in Schwerpunktbereichen, z. B. durch Erhöhung der Umtriebszeiten und des Bestandesvorrats, insbesondere in alt- und totholzreichen Wäldern, in gefährdeten Wald-Biotoptypen und FFH-Lebensraumtypen.

Dringlichkeit: hoch

Priorisierung nach Effektivität und Aufwand: hoch: Nach Hodgson et al. (2009, 2011) ist ein optimiertes Habitatmanagement für einzelne Arten naturschutzfachlichen Interesses das effektivste Mittel zur Populationsförderung.

Zeithorizont: 2020, gemäß CBD-Konvention und den Zielen der Biodiversitätsstrategie.

In den Roten Listen Baden-Württembergs sind bei mehreren Artengruppen die Gefährdungsursachen dargestellt. Bundesweit ist dies z. B. von Günther et al. (2006) für viele Artengruppen ermittelt worden. Wesentliche Ursachen für den Rückgang von Arten und Lebensräumen sowie für den hohen Gefährdungsgrad von Rote-Liste-Arten bzw. den ungünstigen Erhaltungszustand vieler FFH-Arten und FFH-Lebensraumtypen sind (nach Günther et al. 2006):

- Flächenverluste naturnaher Ökosysteme, halbnatürlicher Biotoptypen und ungestörter Großlebensräume;

- Übernutzung und Landnutzungswandel, v. a. durch eine industrielle Landwirtschaft, Eutrophierung und z. T. auch Versauerung;
- Verinselung, Verlust der Übergangsräume und komplexer Verbund-Situationen, Verluste der Ausbreitungsvektoren;
- Entwässerung und Gewässerausbau.

Die Verringerung dieser Beeinträchtigungen bzw. Gefährdungsursachen, welche nicht direkt mit dem Klimawandel zusammenhängen, ist eine zentrale Aufgabe (Council of Europe 2008). Der Klimawandel ist ein neuer zusätzlicher Gefährdungsfaktor, der bestehende Gefährdungen (z. B. durch Habitat-Verlust oder Zerschneidung der Landschaft) verstärken kann.

Die Verringerung der bestehenden Beeinträchtigungen von klimasensitiven und gefährdeten Arten zur Erhöhung ihrer allgemeinen Anpassungsfähigkeit ist somit eine wesentliche Voraussetzung für die Anpassung an den Klimawandel. Wichtig sind daher folgende, für die ganze Landesfläche geltende Maßnahmen:

Förderung der allgemeinen Anpassungsfähigkeit von klimasensitiven und gefährdeten Arten

- Entwicklung und Umsetzung artspezifisch festzulegender Maßnahmen.
- Verringerung der bestehenden Beeinträchtigungen von gefährdeten Arten.
- Die Verbesserung der Bestandssituation wird angestrebt, indem Fläche und Qualität der Lebensräume erhalten wird, d. h. sowohl Verringerung des allgemeinen Flächenverbrauchs (für Siedlung und Infrastrukturmaßnahmen) als auch Schutz von Räumen, die nicht durch Verkehrswege zerschnitten sind.
- Auch die Förderung spezifischer extensiver Nutzungen dient der Erhöhung der allgemeinen Anpassungsfähigkeit von gefährdeten Arten, z. B. Erhaltung und Förderung kleinräumig differenzierter Nutzungen in extensiver Form in Offenland und Wald, die den Fortbestand seltener oder hochgradig gefährdeter Arten und ihrer Lebensräume gewährleisten (z. B. feuchte bis nasse und auch trockene Wiesen, Bergwiesen, extensiv genutztes gemähtes oder beweidetes Grünland mittlerer Standorte; Nieder- oder Mittelwaldwirtschaft etc.).
- Die Maßnahme umfasst auch die nachhaltige Sicherung von hochgradig gefährdeten Arten und ihren Lebensräumen durch spezielle Pflege hochwertiger Flächen, falls die naturschutzfachlichen Werte nicht durch Nutzungen erhalten werden können, sowie die Wiederherstellung eines naturnahen Wasserhaushalts für gefährdete Arten, die auf wasserabhängigen Biotop- und Ökosystem-Typen wie z. B. Moore, Nasswiesen, Streuwiesen, Feucht- und Sumpfwälder, Weich- und Hartholzauenwälder, Altarme und Altwässer angewiesen sind.

Weitere Elemente sind:

- Verringerung der flächigen Eutrophierung, sowie Verminderung von weiteren Stoffeinträgen, und Erhaltung von nährstoffarmen Lebensräumen (Biotoptypen, FFH-Lebensraumtypen).
- Schutz vor weiterer Flächenzerstörung, z. B. durch Überbauung, hin zu innerstädtischer Verdichtung, wenn sie angemessen und maßvoll ist.

Die Maßnahmen beziehen sich nicht auf die Arten, die möglicherweise durch den Klimawandel gefördert werden.

Weitere Einzelmaßnahmen für spezielle Artengruppen finden sich in den Roten Listen Baden-Württembergs.

Dringlichkeit: hoch

Priorisierung nach Effektivität und Aufwand: hoch: Nach übereinstimmender Aussage der Klimawandel-Anpassungsliteratur ist die Verringerung der sonstigen Gefährdungsfaktoren eine der wichtigsten Anpassungsmaßnahmen.

Zeithorizont: 2020, gemäß CBD-Konvention und den Zielen der Biodiversitätsstrategie.

Einwanderung von Arten

Um die Auswirkungen des Klimawandels auf Arten kontinuierlich zu verfolgen, ist ein stets aktuelles Informationssystem in Form einer zentralen Artendatenbank notwendig, das über Zustand und Tendenzen der Artenvielfalt im Lande informiert und verlässliche Entscheidungsgrundlagen bereitstellt. Die in der Naturschutzstrategie BW 2020 genannten Ziele zum Informationswesen, zur Aktualisierung von Roten Listen und zum Monitoring bzw. zu Grundlagenerhebungen von indigenen Arten oder Biotoptypen bzw. Lebensraumtypen sind alleine schon durch die nationalen und internationalen Verpflichtungen (FFH- und Vogelschutz-Richtlinie; Wasserrahmen-Richtlinie, CBD, Nationale BioDiv-Strategie) erforderlich. Sie bekommen vor dem Hintergrund des Klimawandels eine zusätzliche Dringlichkeit, sind aber keine spezifischen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel.

Spezifische Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel sollten das Informationswesen für potenziell problematische (invasive) Neozooen und Neophyten (zusammengefasst: „Neobiota“, d. h. Arten, die nach 1492 vom Menschen absichtlich oder unabsichtlich eingebracht worden sind, vgl. BfN 2004, Kap. 3.3 oder BfN 2012, Kap. 2.3) beinhalten. Es ist zu erwarten, dass eine Reihe von Arten, für die infolge der Klimaveränderung zunehmend günstige Lebensbedingungen in Baden-Württemberg herrschen bzw. zu erwarten sind, die heimische Artenvielfalt möglicherweise stark beeinträchtigen könnte (z. B. Arten mit Aufbau von Dominanz-Beständen und Verdrängung heimischer Arten, besonders problematisch in Schutzgebieten, vgl. Naturschutzstrategie BW 2020).

Nach Ansicht des BfN (2012) *„wird der Klimawandel dazu führen, dass die aktuell enge Bindung vieler Neophyten an Ballungsräume schwächer wird und weite Bereiche der ländlichen Regionen Deutschlands verstärkt mit gebietsfremden Arten konfrontiert werden. Insbesondere wird es hierbei durch die verstärkte Ausbreitung von invasiven Neophyten zu einer steigenden Gefährdung von Arten und Lebensräumen sowie naturschutzfachlich wertvollen Gebieten kommen“* (BfN 2012, Kap. 2.3.2). Daher wird eine Erweiterung des naturschutzfachlichen Informationswesens um ein Modul „potenziell problematische (invasive) Neobiota“ vorgeschlagen.

Die verstärkte Ausbreitung von invasiven Neophyten wird voraussichtlich zu einer steigenden Gefährdung von Arten und Lebensräumen sowie naturschutzfachlich wertvollen Gebieten führen (BfN 2012, Kap. 2.3.2). Andererseits können auch FFH-Arten einwandern, die derzeit nicht in Baden-Württemberg vorkommen, aber künftig dort schutzwürdig und schutzbedürftig sind. Um mit diesen unterschiedlichen Aspekten der Einwanderung von Arten nach Baden-Württemberg umgehen zu können, wird folgendes Ziel formuliert:

Differenzierter Umgang mit neu einwandernden Arten.

Dieses Ziel wird mit einer Maßnahme angegangen, die zwei Teilaspekte beinhaltet:

- Schutzverantwortung bei neu einwandernden Arten prüfen und ggf. Schutzmaßnahmen ergreifen.

Einbeziehung von Neobiota in das naturschutzfachliche Informationswesen

Dringlichkeit: hoch

Priorisierung nach Effektivität und Aufwand: Ergänzungsmodul zum bestehenden Informationswesen, mittlere Effektivität bei überschaubarem Aufwand. Einem langfristigen Ertrag steht zunächst ein hoher anfänglicher Aufwand entgegen. Ohne einen Ausbau des Informationswesens fehlen jetzt und künftig die notwendigen Entscheidungsgrundlagen, daher unbestritten wichtig.

Zur Verwirklichung des Ziels ist folgendermaßen vorzugehen:

a) Schutzverantwortung prüfen und ggf. Schutzmaßnahmen ergreifen:

Arten des Natura 2000-Systems der EU, die bislang nicht in Baden-Württemberg vorkommen und derzeit noch südeuropäisch verbreitet sind, können einwandern. Die neu entstehende Schutzverantwortung für diese Arten ist wahrzunehmen, d. h. diese Arten sind durch die Bereitstellung und Erhaltung bzw. Gestaltung von Lebensräumen zu fördern, bei Managementplanungen als Schutzgüter zu behandeln und bei Eingriffsverfahren zu berücksichtigen.

b) Monitoring:

Einbeziehung potenziell problematischer (invasiver) Neobiota in das naturschutzfachliche Informationswesen (d. h. ihre Einbeziehung in ein naturschutzfachliches Monitoring und Berichtswesen). Da die verstärkte Ausbreitung von invasiven Arten voraussichtlich zu einer steigenden Gefährdung von heimischen Arten und Lebensräumen sowie naturschutzfachlich wertvollen Gebieten führen wird, sind sowohl die Entscheidungsgrundlagen als auch die Handlungsmöglichkeiten zu verbessern, damit ein einzelfallbezogenes Management von neu einwandernden Arten möglich ist, dass von gewähren lassen bis zu intensiver Bekämpfung reichen kann.

3.1.6 Stand der Anpassungsmaßnahmen

Die Voraussetzung für eine erfolgreiche Anpassung von Arten oder Schutzgebieten an den Klimawandel ist nur eingeschränkt gegeben: Seit 2006 werden für die 350 Natura 2000-Gebiete (260 FFH-Gebiete, 90 SPA-Gebiete) Managementpläne erarbeitet (nach Facharbeitsgruppe Naturschutzstrategie BW 2020). Von den insgesamt 231 zu erstellenden Managementplänen (einige Pläne beinhalten mehrere Natura 2000-Gebiete), sind aktuell 114 in Bearbeitung oder bereits fertig gestellt (LUBW 2013, Übersichtstabelle zum MaP-Bearbeitungsstand in Baden-Württemberg). Damit ist für rund die Hälfte der Gebiete (113 FFH-Gebiete, 54 SPA-Gebiete) derzeit ein Managementplan vorhanden oder in Bearbeitung. Bis 2019/2020 soll die Planerstellung für alle Natura 2000-Gebiete erstmalig abgeschlossen sein. Da jedoch die Umsetzung der Maßnahmen nicht zeitgleich gesichert ist, erscheint das Ziel, bis 2020 den Verlust der Artenvielfalt gestoppt zu haben, für die Kernflächen des Naturschutzes nicht erreichbar. *Die Umsetzung der*

Managementpläne soll überwiegend über bereits bestehende Förderprogramme abgewickelt werden. Mit den derzeit vorhandenen Kapazitäten ist der Zuwachs an LPR-Flächen nicht zu betreuen (aus Facharbeitsgruppe Naturschutzstrategie BW 2020). Zwischenzeitlich wurde jedoch beschlossen, Landschaftserhaltungsverbände (LEV) zu gründen, die die Umsetzung der Managementplanung organisieren und voranbringen sollen. Mittlerweile wurden laut MLR 10 LEV gegründet, weitere sind in Planung (MLR 2012, Pressemitteilung 202/2012).

Neben den Natura 2000-Gebieten gibt es in Baden-Württemberg 1.017 Naturschutzgebiete. Für diese liegen in etwa 60 % Pflege- und Entwicklungspläne vor, die überwiegend zwischen 1985 und 1995 erstellt wurden (Facharbeitsgruppe Naturschutzstrategie BW 2020). *Die Pläne sind aufgrund eingeschränkter Personalkapazitäten einerseits seit vielen Jahren nicht evaluiert und überarbeitet worden, andererseits besteht darüber hinaus auch ein Defizit bzgl. der Umsetzung der vorhandenen Pläne* (aus Facharbeitsgruppe Naturschutzstrategie BW 2020). In diesen Schutzgebieten lebt ein großer Teil der stark gefährdeten oder gefährdeten Arten Baden-Württembergs, so dass zwar ein großer Bestand an Schutzgebieten vorhanden ist, jedoch das zielgerichtete Management zur Bestandförderung von Arten nicht ausreichend ist.

Im Detail lassen sich die Veränderungen von Artenverbreitungsbildern und die Entwicklung von Populationen nicht konkret und flächenbezogen darstellen, hier bestehen Kenntnisdefizite. Forschungsbedarf besteht in der Verbesserung der Projektionen und Modellierungen für einzelne Arten unter Aspekten des Klimawandels.

Unterschiedliche Bewertungsverfahren zur Einstufung der Klimasensitivität von Tierarten durch Experteneinschätzung sind bislang nicht untereinander verglichen (z. B. Schlumprecht et al. 2010; Rabitsch et al. 2010) und mit alternativen Verfahren (z. B. Modellierungen, Beierkuhnlein et al. 2011) abgeglichen. Eine vergleichende Bewertung und Optimierung dieser Einschätzungen bzw. Projektionen wäre nützlich.

Der Stand der Anpassungsmaßnahmen wird daher als gering bewertet (Stufe III im Formblatt).

3.1.7 Einzubeziehende Akteure in den Anpassungsprozess

- Naturschutzbehörden,
- Forst-, Landwirtschafts-, Wasserwirtschaftsbehörden,
- Kommunen,
- Naturschutzverbände und Fachverbände für bestimmte Artengruppen,
- Landnutzer und Landnutzer-Verbände,
- Museen für Naturkunde o. ä. Einrichtungen mit Expertenwissen.

3.1.8 Gesetzliche oder verwaltungstechnische Voraussetzungen für die Umsetzung

Verbesserung des Informationswesens und des landesweiten Monitorings:

Das Vorhandensein aktueller Informationen über den Zustand von Arten, Biotopen, von Natur und Landschaft ist Voraussetzung für sachgerechte naturschutzfachliche Entscheidungen. Entsprechende Informationssysteme (für Arten, Biotope, Schutzgebiete, Maßnahmen und Projekte des Arten- und Biotopschutzes) sollten umgehend aufgebaut werden.

Aus der Sicht der Klimaanpassung sind die in der Naturschutzstrategie BW 2020 genannten Ziele zum Informationswesen (z. B. landesweite Artenerhebungen sowie eine landesweite Haltung von Verbreitungsdaten) insbesondere für gegenüber dem Klimawandel sensitive Arten vorrangig.

Aus der Sicht der Klimaanpassung sind die in der Naturschutzstrategie BW 2020 genannten Ziele zu Datenhaltung und Berichtssystem so zu ergänzen, dass thematische Abfragen und Auswertungen, z. B. zu Neobiota, zu sensitiven Arten oder Artengruppen, zu ökologischen Gilden (z. B. Hochmoor-Arten) möglich sind.

Die Aktualisierung der Grundlagenwerke zum Artenschutz sollte insbesondere bei den Artengruppen vorrangig erfolgen, für die eine hohe allgemeine Sensitivität gegenüber dem Klimawandel vorliegt. Dies sind v. a. Artengruppen mit Bezug zu Gewässern wie Amphibien, Fische und Libellen, sowie Artengruppen mit hohen Artenzahlen in sensitiven Lebensraumtypen wie Schmetterlinge oder xylobionte Käfer.

Gesetzliche Voraussetzungen:

Verstärkte Kontroll- und Zugriffsmöglichkeiten im Umgang mit invasiven Arten:

Weltweit gesehen sind, neben Habitat-Verlust und geänderter (insbesondere intensiver) Landnutzung, invasive Arten ein sehr wichtiger Gefährdungsfaktor und für das Aussterben vieler indigener Arten verantwortlich.

Mit dem Klimawandel wird sich auch in Mitteleuropa das Risiko für potenziell invasive Arten, die die heimischen Arten verdrängen, verschärfen. Zum Schutz der heimischen biologischen Vielfalt kann es daher erforderlich werden, Handelsbestimmungen gegenüber der Einschleppung sowie der ungewollten Freisetzung solcher Arten zu verschärfen, Handelsbeschränkungen durchzusetzen und die vorhandenen Schutzbestimmungen und -maßnahmen vor invasiven Arten zu verstärken. Da die heimische Artenvielfalt zu ca. 40 % gefährdet ist (gemäß den Roten Listen Baden-Württembergs), ist eine eindeutige Ausrichtung und Anwendung vorhandener oder zu verbessernder Regelungen zugunsten der einheimischen Arten erforderlich.

3.1.9 Ökonomische Aspekte der Anpassung (Kosten, vermeidbare Kosten)

Gemäß der Facharbeitsgruppe „Biologische Vielfalt“ der Naturschutzstrategie BW 2020 werden für die Neuausrichtung des landesweiten Artenschutzprogramms (inkl. fortlaufende Aktualisierung der Roten Listen und Erstellung Blauer Listen) ca. zwei Mio € pro Jahr benötigt. Für erste Schritte zu einem umfassenden Informationswesen werden hiernach für landesweite Artenkartierungen (Arten der FFH- und Vogelschutz-Richtlinie; Arten besonderer Verantwortung) ca. eine Mio € pro Jahr und für die fortlaufende Aktualisierung der Artendaten im Internet sowie Aufbau und Pflege eines öffentlich zugänglichen Arteninformationssystems ca. 100.000,- € pro Jahr veranschlagt.

Die obigen Kosten für die Neuausrichtung des landesweiten Artenschutzprogramms sind um Umsetzungskosten für gezielte populationsfördernde Maßnahmen (Finanzmittel für Artenhilfsprogramme, Erweiterung bestehender Förderprogramme, Einzel-Projekte etc.) zu erweitern, vermutlich in der gleichen Größenordnung.

Eine detaillierte Kostenschätzung ist bislang nicht möglich.

Invasive Arten wie z. B. die Beifuß-Ambrosie können nach aktuellen Angaben des PIK-Potsdam in der Bundesrepublik Kosten von 300 Mio bis ca. 1 Mrd. Euro pro Jahr verursachen (Gesundheitskosten und krankheitsbedingte Arbeitsausfälle).

Würde man für ein Informationssystem für Neobiota Kosten in gleicher Größenordnung wie für heimische Arten ansetzen, so ergäben sich ca. eine Mio € pro Jahr (Erhebungen) und für die fortlaufende Aktualisierung der Artendaten im Internet sowie Aufbau und Pflege eines öffentlich zugänglichen Informations- und Warn-Systems ca. 100.000,- € pro Jahr.

Arten werden durch den Klimawandel gefährdet, wobei bereits jetzt gefährdete oder naturschutzfachlich wertvolle Arten (z. B. FFH-Arten, Verantwortungsarten) in verstärktem Maße empfindlich gegenüber den Folgen des Klimawandels sind. Der Klimawandel kommt als weiterer wichtiger Gefährdungsfaktor dazu. Um dem zu begegnen, sind eine Reihe von Maßnahmen erforderlich. Sie haben das allgemeine Ziel, Populationen von ausgewählten Arten zu stärken, um Vorkommen zu sichern und Anpassungsprozesse zu ermöglichen.

Die verstärkte Ausbreitung von invasiven Neophyten wird voraussichtlich zu einer steigenden Gefährdung von Arten und Lebensräumen sowie naturschutzfachlich wertvollen Gebieten führen. Daher sind invasive Arten zu überwachen. Andererseits ist auch die Einwanderung von FFH-Arten möglich, die derzeit nicht in Baden-Württemberg vorkommen, aber künftig dort schutzwürdig und schutzbedürftig sein können. Ggf. sind künftig für solche Arten auch Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

3.2 Vulnerabilität von Lebensräumen

Nur wenn vielfältige standörtliche Bedingungen gegeben sind, ist die Aufrechterhaltung der biologischen Vielfalt im Lande möglich. Solche besonderen standörtlichen Bedingungen sind bei Mooren und gewässerabhängigen Lebensräumen für die Artenzusammensetzung prägend.

Bestimmte Ökosysteme wie Moore, Moorwälder, Sümpfe, nasses bis feuchtes Grünland sowie Sumpf-, Bruch- und Auenwälder sind gemäß Petermann et al. (2007; ähnlich auch z. B. EU-Guidelines 2012, Supplement) gegenüber den erwarteten Auswirkungen des Klimawandels als besonders empfindlich einzuschätzen (z. B. gegenüber sommerlicher Austrocknung, Verringerung der Gesamt-Wasserbilanz, Zunahme von Extremereignissen wie Stürmen).

In ihnen kommen eine Reihe von gefährdeten Arten der Roten Listen sowie von FFH-Arten und -Lebensraumtypen vor, die häufig auch sehr empfindlich gegenüber Änderungen ihrer Lebensraumbedingungen sind. Sie benötigen daher besondere Maßnahmen der Klimaanpassung. Gleichzeitig weisen Maßnahmen zu Schutz und Entwicklung dieser Ökosysteme sehr hohe Synergie-Effekte auf, da sie v. a. im intakten Zustand ein hohes bis sehr hohes Kohlenstoff-Bindungsvermögen (CO₂-Senkenleistung) haben und auch für den Schutz der Ressourcen Wasser und Boden wesentliche positive Folgen zeigen. Ein Ziel der Klimaanpassung ist daher die Erhaltung und Förderung solcher Ökosysteme unter Ausnutzung vorhandener Synergiepotenziale.

Die folgenden Formulierungen haben das allgemeine Ziel:

Die Vielfalt der Standorte erhalten (differenziert nach Mooren, Feuchtgebieten, Wald, sonstige empfindliche Lebensräume).

Dieses Ziel wird für Hauptgruppen von Lebensräumen, wie Moore, wasserabhängige Lebensräume (Feuchtgebiete) und Wald im Folgenden in gesonderten Kapiteln differenziert ausgeführt.

3.2.1 Beschreibung der Vulnerabilität von Lebensräumen, v. a. Mooren

Bei den folgenden Ausführungen ist zu unterscheiden zwischen der Begriffswelt zweier Fachbereiche, v. a. zwischen bodenkundlich definierten Moor-Typen und vegetationskundlich definierten Moor-Typen (z. B. Biotope der Biotopkartierung, der Roten Listen oder FFH-Lebensraumtypen).

Das baden-württembergische Moor-Kataster und die dortigen Flächenangaben beruhen auf bodenkundlichen Arbeiten, die in den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts begonnen wurden. Hier werden Böden behandelt und nach bodenkundlichen Kriterien in drei Moor-Typen eingestuft. Die baden-württembergische Biotopkartierung klassifiziert Moore nach der zum Zeitpunkt der Erhebung vorhandenen Vegetation (d. h. auf Moorböden können je nach Nutzung auch andere Vegetationstypen liegen) und weist daher andere Flächenangaben auf. Da sich die Begriffe überschneiden, wird bei Daten aus dem Moor-Kataster von Moor-Flächen oder Moor-Standorten gesprochen, bei Bezügen auf die Biotopkartierung werden im folgenden Text die Begriffe Hoch- und Niedermoor ohne die Zusätze „Flächen“ oder „Standorte“ verwendet.

In Baden-Württemberg existieren insgesamt rund 47.398 ha Anmoor-, Niedermoor oder Hochmoorflächen (Quelle: Moor-Kataster, Stand 16.07.2012). Die größten Anteile davon entfallen auf das voralpine Hügel- und Moorland (23.444 ha) und die Donau-Iller-Lech-Platte (18.372 ha). Den geringsten Anteil steuert der Hauptnaturraum Odenwald, Spessart und Südrhön mit 0,7 ha Niedermoorfläche bei, fränkisches und Schwäbisches Keuper-Lias-Land. Hochrheingebiet und Mainfränkische Platten besitzen keine Moorflächen. Insgesamt existieren mit 33.656 ha sehr viele Niedermoorflächen, während Anmoorflächen (10.162 ha) und Hochmoorflächen (3.580 ha) wesentlich weniger Fläche ausmachen. Wie die Auswertungen für diese Lebensräume zeigen, kommt es vor allem durch die Verschiebung in Richtung höherer Temperaturen zu einer Verringerung der für diese Biotoptypen bzw. Moor-Standorte klimatisch geeigneten Räume. Diese Entwicklung wird besonders bei den Hochmooren und den Nasswiesen basenreicher Standorte der montanen Lagen deutlich und kann eine ernsthafte Gefahr darstellen. Da in diesen Ökosystemen zusätzlich eine Reihe von Rote Liste-Arten sowie FFH-Arten und -Lebensraumtypen vorkommt, die häufig auch sehr empfindlich gegenüber Änderungen ihrer Umweltbedingungen sind, muss diesen Lebensräumen eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Sie benötigen besondere Maßnahmen der Klimaanpassung (z. B. Verbesserung des Wasserhaushalts, Intensivierung von Renaturierungsmaßnahmen).

Tabelle 11: Moorflächen in den Hauptnaturräumen Baden-Württembergs

HNR	Hauptnaturraum	Fläche [ha]			
		Anmoor	Hochmoor	Niedermoor	Gesamt
3	Voralpines Hügel- und Moorland	3.948,4	2.078,3	1.7416,8	23.443,5
4	Donau-Iller-Lech-Platte	4.838,9	1.132,6	1.2400,3	18.371,8
9	Schwäbische Alb	34,6	0,0	510,6	545,2
12	Neckar- und Tauber-Gäuplatten	129,9	0,0	621,1	751,0

HNR	Hauptnaturraum	Fläche [ha]			
		Anmoor	Hochmoor	Niedermoor	Gesamt
14	Odenwald, Spessart und Südrhön	0,0	0,0	0,7	0,7
15	Schwarzwald	504,5	369,2	1.764,3	2.638,0
20	Südliches Oberrhein-Tiefland	41,1	0,0	120,2	161,3
21	Mittleres Oberrhein-Tiefland	99,4	0,0	130,7	230,1
22	Nördliches Oberrhein-Tiefland	565,0	0,0	691,2	1.256,2
	Gesamt	10.161,7	3.580,2	33.656,0	47.397,9

Quelle: shape-Datei Moorkataster, LUBW, Stand 16.07.2012

Nach Datenlage der Biotopkartierung (shape-Datei, Geschützte_Biotope_nach_NatSchG_LWaldG' LUBW, Stand 16.7.2012) wurden 2.353,40 ha Hoch- und Übergangsmoore kartiert (Biotop-Codes 31.00), 988,61 ha Waldfreie Niedermooere und Sümpfe (32.00); sowie 10.282,86 ha Nasswiesen (33.20), die ggf. auf An- oder Niedermoor-Standorten zu finden sind.

3.2.1.1 Klimahüllen für Moore und weitere wertvolle Biotoptypen

Für ausgewählte Moor-Standorte und Biotoptypen wurden „Klimahüllen“ für Baden-Württemberg erstellt („climate envelope-Technik“, wie sie in der Klimawandel-Literatur üblich sind, vgl. hierzu Anhang Materialien, Kap. 6.1.2). Hierzu wurden zunächst für die Naturräume 4. Ordnung Jahresmitteltemperatur und Niederschlagssumme im hydrologischen Sommerhalbjahr sowie die Jahresniederschlagssumme ermittelt, in denen die Biotope gemäß Biotopkartierung (shape-Datei Biotope) bzw. Moore gemäß Moor-Kataster vorkommen. Für Ist-Zustand und nahe Zukunft (Basis 7*7 km Raster) lassen sich dann in Streudiagrammen die Temperatur- und Niederschlagsbedingungen darstellen, in denen derzeit und in naher Zukunft die Rahmenbedingungen für die Existenz dieser Moor-Standorte und Biotoptypen dargestellt sind. Bezug sind, wenn nicht anders erwähnt, jeweils die Mediane der Projektionen (p50-Werte).

Wie die Auswertung der Klimahüllen für Hoch-, Nieder- und Anmoore zeigt (Kap. 6.1.2), wird auch in der nahen Zukunft der größte Teil der Nieder- und Anmoor-Standorte und ein Teil der Hochmoor-Flächen in klimatisch geeigneten Räumen in Baden-Württemberg verbleiben. Insgesamt werden in naher Zukunft die Temperaturen ansteigen, während die Niederschlagssummen im Sommer geringer und im Winter größer werden. Die Darstellung der Klimahüllen der untersuchten Biotoptypen bzw. Moor-Standorte zeigt, dass die Veränderungen in naher Zukunft dabei in allen Hauptnaturräumen relativ ähnlich verläuft, d. h. die von den Hauptnaturräumen aufgespannte Klimahülle bleibt in etwa gleich, weder divergieren noch konvergieren die Werte der Hauptnaturräume nennenswert.

Vor allem durch die Verschiebung in Richtung höherer Temperaturen kommt es zu einer Verringerung der für diese Biotoptypen bzw. Moor-Standorte klimatisch geeigneten Räume. Diese Entwicklung wird besonders bei den Hochmooren und den Nasswiesen basenreicher Standorte der montanen Lagen deutlich und kann hier eine ernsthafte Gefahr darstellen. Diesen Lebensräumen sollte daher eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Bei den anderen untersuchten Biotoptypen bzw. Moor-Standorten stellt sich die Situation etwas besser dar. Auch sie werden aber an klimatisch geeigneten Räumen und damit voraussichtlich auch an Fläche verlieren.

3.2.1.2 Moore und andere gefährdete Biotoptypen der Roten Liste Biotope Baden-Württembergs

Die Biotoptypen der Roten Liste Biotope Baden-Württembergs (Breunig 2002, Langfassung LUBW 2002) wurden auf der Grundlage von Petermann et al. (2007) und der Biotoptypen-Beschreibungen (Langfassung LUBW 2002, LUBW 2004: „Arten, Biotope, Landschaft“) in ihrer Sensitivität gegenüber dem Klimawandel eingestuft. Das dreistufige Bewertungssystem von Petermann et al. (2007) zur Beurteilung der Sensitivität von Lebensraumtypen gegenüber dem Klimawandel wurde hierbei übernommen, und zwei Zwischenstufen (gering-mittel, mittel-hoch) eingeführt, so dass sich eine fünfstufige Skalierung ergab.

Nach der Roten Liste Biotoptypen (Breunig 2002, Langfassung LUBW 2002) wurden von den 281 Biotoptypen 37 (=13,2 %) als stark gefährdet und 56 (=19,9 %) als gefährdet eingestuft. Von diesen weisen 72 % eine mittlere und hohe Sensitivität gegenüber dem Klimawandel auf (Kategorien zwei bis drei), insgesamt 67 von 93 Biotoptypen. Von den ungefährdeten Biotoptypen (Kategorie •) weist die große Mehrzahl dagegen eine geringe Sensitivität auf (83 von 111, d. h. ca. 74,8 %).

Moortypen sind in Baden-Württemberg gefährdet oder stark gefährdet, sie werden nach Petermann et al. (2007) als „sensitiv“ gegenüber dem Klimawandel eingestuft. Nach der RL Biotope Deutschlands (Riecken et al. 2006) sind die Moortypen bundesweit generell stärker gefährdet als in Baden-Württemberg.

Tabelle 12: Sensitivität der Biotoptypen der Roten Liste Baden-Württembergs gegenüber dem Klimawandel

Legende für die Gefährdungskategorien nach Breunig (2002)

- 0 verschwunden oder vernichtet
 - 1 vom Verschwinden oder von der Vernichtung bedroht
 - 2 stark gefährdet
 - 2 (1) stark gefährdet, nur wegen Maßnahmen des Naturschutzes nicht in Kategorie 1
 - 3 gefährdet
 - G gefährdet, Gefährdungsgrad unklar
 - V Vorwarnliste
 - R extrem selten
 - nicht gefährdet
 - d Daten ungenügend
 - x keine Einstufung
- Sensitivitätseinstufung auf der Grundlage von Petermann et al. (2007)

a) Absolute Anzahl

RL_Biotope (Breunig 2002)	Sensitivität gegenüber Klimawandel					Summe
	1: gering	1,5: gering-mittel	2: mittel	2,5: mittel-hoch	3: hoch	
1			2			2
2	6		10	1	20	37
3	17		16	2	21	56
.	83	6	9	2	11	111
2(1)	2		2		1	5
d	1					1
G			2		1	3
R					3	3
V	15	1	10	1	11	38
x	22		2		1	25

RL_Biotope (Breunig 2002)	Sensitivität gegenüber Klimawandel					Summe
	1: gering	1,5: gering- mittel	2: mittel	2,5: mittel- hoch	3: hoch	
Summe	146	3	57	6	69	281

b) Prozentuale Anteile

RL_Biotope (Breunig 2002)	1: gering	1,5: gering- mittel	2: mittel	2,5: mittel- hoch	3: hoch	Summe
1			3,8 %			0,7 %
2	4,1 %		18,9 %	16,7 %	29,0 %	13,2 %
3	11,6 %		30,2 %	33,3 %	30,4 %	19,9 %
.	56,8 %	85,7 %	17,0 %	33,3 %	15,9 %	39,5 %
2(1)	1,4 %		3,8 %		1,4 %	1,8 %
d	0,7 %					0,4 %
G			3,8 %		1,4 %	1,1 %
R					4,3 %	1,1 %
V	10,3 %	14,3 %	18,9 %	16,7 %	15,9 %	13,5 %
x	15,1 %		3,8 %		1,4 %	8,9 %
Summe	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Die bereits jetzt gefährdeten oder stark gefährdeten Biototypen Baden-Württembergs sind überproportional häufig sensitiv gegenüber dem Klimawandel. Einige derzeit als ungefährdet eingestufte Biototypen sind ebenfalls mittel oder hoch sensitiv gegenüber dem Klimawandel (insgesamt 22 von 111), dies sind bestimmte Waldtypen, Röhrichte, Sümpfe und Seggenrieder. Grund für die Einstufung ist die Annahme, dass die Temperaturerhöhung während der Vegetationszeit (in Verbindung mit ggf. veränderten Niederschlagssummen und -verteilungen, insbesondere niedrigeren Sommerniederschläge) die Konkurrenzverhältnisse verändert und große Teile dieser Pflanzenartengemeinschaften beeinträchtigt werden, was bis zum völligen Ausfall der Biototypen führen könnte.

Diese Einstufung der Biototypen ist Grundlage für eine Reihe von Auswertungen der Geodaten der Biotopkartierung, die die Flächenanteile der Sensitivitätsklassen der Biototypen für die Hauptnaturräume darstellen (Details siehe Kap. 6.1.1.3).

3.2.1.3 Moore als Teil der FFH-Lebensraumtypen

Für alle 91 FFH-Lebensraumtypen Deutschlands liegt eine Einstufung der Sensitivität gegenüber dem Klimawandel vor (Petermann et al. 2007). In dieser Sensitivitätsanalyse wurde zunächst die Empfindlichkeit für jeden FFH-Lebensraumtyp nach mehreren Kriterien abgeschätzt und in einer Punkteskala bewertet. Die Sensitivität steigt mit zunehmender Punktezahl. Anschließend wurden die Punkte in drei Klassen (geringe, mittlere, hohe Sensitivität) eingestuft. Die höchsten Gefährdungssummen (17 bis 19 Punkte) erhielten nährstoffarme und dystrophe Gewässer, alpine Flüsse und Flüsse der montanen Stufe, feuchte Heiden (mit Glocken-Heide), Hoch- und Übergangsmoore, Kalktuffquellen und kalkreiche Niedermoore, Weich- und Hartholz-Auenwälder, Moorwälder, Schlucht- und Hangmischwälder, montane bis alpine bodensaure Fichtenwälder und Gletscher. Weiter ergaben sich auch für bestimmte Trockenrasen (auf Kalk; Steppen-Rasen) und Flechten-Kiefernwälder sehr hohe Gefährdungseinstufungen.

Wertet man für die 53 FFH-Lebensraumtypen Baden-Württembergs diese Einstufung aus, so ergeben sich neun gering sensitive FFH-Lebensraumtypen (d. h. 17 %), 25 mittel-sensitive (47,2 %, darunter sieben prioritäre) und 19 stark sensitive (d. h. 36,8 %, darunter sieben prioritäre) FFH-Lebensraumtypen (Tabelle siehe Kap. 6.1.1.4). Die folgende Tabelle listet nur diejenigen FFH-Lebensraumtypen Baden-Württembergs auf, die als hoch sensitiv eingestuft wurden: Dies sind u. a. naturnahe und geschädigte Hochmoore, Übergangs- und Schwingrasen-Moore, Niedermoore und Moorwälder (praktisch fast alle Moortypen sind damit als hoch sensitiv eingestuft).

Tabelle 13: FFH-Lebensraumtypen hoher Sensitivität gegenüber dem Klimawandel

Sensitivität FFH-LRT	FFH- LRT	FFH-Lebensraumtyp BW-Kurzname
3	3110	Nährstoffarme Stillgewässer
3	3130	Nährstoffarme bis mäßig nährstoffreiche Stillgewässer
3	3140	Kalkreiche, nährstoffarme Stillgewässer mit Armleuchteralgen
3	3160	Dystrophe Seen
3	3240	Alpine Flüsse mit Lavendel-Weiden-Ufergehölzen
3	3260	Fließgewässer mit flutender Wasservegetation
3	7110*	Naturnahe Hochmoore*
3	7120	Geschädigte Hochmoore
3	7140	Übergangs- und Schwingrasenmoore
3	7220*	Kalktuffquellen*
3	7230	Kalkreiche Niedermoore
3	9410	Bodensaure Nadelwälder
3	6210*	Kalk-Magerrasen (orchideenreiche Bestände*)
3	6240*	Subpannonische Steppenrasen*
3	9180*	Schlucht- und Hangmischwälder*
3	91D0*	Moorwälder*
3	91E0*	Auenwälder mit Erle, Esche, Weide*
3	91F0	Hartholzauwälder
3	91U0	Steppen-Kiefernwälder

Quelle für LRT-Liste: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/44485/>, Abrufdatum 13.12.2012)

Quelle für Sensitivitätseinstufung: Petermann et al. (2007)

Unter den FFH-Lebensraumtypen mittlerer Sensitivität finden sich Lebensraumtypen, die durch traditionelle Bewirtschaftungen wie Mahd oder extensive Beweidung entstanden sind (z. B. Pfeifengraswiesen, Magere Flachland-Mähwiesen, Berg-Mähwiesen, Borstgrasrasen).

Mehrere naturnahe oder weitgehend natürliche FFH-Lebensraumtypen wie z. B. naturnahe und natürliche Hochmoore, Niedermoore, aber auch eine Reihe von Wald-Typen werden als hoch sensitiv eingestuft. FFH-Lebensraumtypen, für die Baden-Württemberg eine besondere Verantwortung hat, wie Magere Flachland-Mähwiesen oder Wacholderheiden, sind in mittlerer oder hoher Sensitivität eingestuft.

3.2.1.4 Steigende Schutzverantwortung für Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie

Im Rahmen des F+E-Vorhabens des BfN „Auswirkungen des Klimawandels auf Fauna, Flora und Lebensräume sowie Anpassungsstrategien des Naturschutzes“ (Beierkuhnlein et al. 2011) wurden

für 37 Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie Projektionen der künftigen Verbreitung unter Bedingungen des Klimawandels erstellt und aufgrund klimatischer Parameter geeignete „Umwelträume“ in Europa ermittelt. Dies erfolgte mit Hilfe der „climate envelope“-Technik.

Bei fünf FFH-Lebensraumtypen ergibt sich nach diesen Projektionen eine Erhöhung der Schutzverantwortung für Deutschland (dies sind Feuchte Heidegebiete des nordatlantischen Raumes mit *Erica tetralix*, stabile xerothermophile Formation von *Buxus sempervirens* an Felsabhängen, Kalkreiche Niedermoore, Kalkreiche Sümpfe mit *Cladium mariscus* und Arten von *Caricion davallianae*, Senken mit Torfmoorsubstraten (*Rhynchosporion*). Bei weiteren drei ist dies aufgrund der Verluste in anderen europäischen Staaten zu vermuten (Subatlantischer oder mitteleuropäischer Stieleichenwald oder Eichen-Hainbuchenwald, Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald, Berg-Mähwiesen). Details hierzu sind im Anhang Materialien, Tabelle 28, dargestellt.

Wald-FFH-Lebensraumtypen, die bislang nicht in Deutschland vertreten sind, werden voraussichtlich ihre Klimahülle in Deutschland haben und könnten sich dann nach Deutschland ausbreiten (Atlantischer, saurer Buchenwald mit Unterholz aus Stechpalme und gelegentlich Eibe; Thermophile Eschenwälder mit *Fraxinus angustifolia*, Eichenwälder mit *Castanea sativa*). Da gleichzeitig in anderen europäischen Staaten deutliche Verluste auftreten, kommt Deutschland dann nach diesen Modellrechnungen eine hohe Verantwortung für diese FFH-Lebensraumtypen zu. Eine Verringerung der Schutzverantwortung bis hin zum völligen Erlöschen ist für zwei FFH-Lebensraumtypen möglich (da aufgrund starker Verluste keine Vorkommen mehr in Deutschland vorhanden sind).

Bei drei FFH-Lebensraumtypen ist die Entwicklung unklar, da die Modellierungen relativ wenig zuverlässig sind (dies trifft v. a. auf einige Moortypen, z. B. der Hochmoore zu, da die aktuellen ostdeutschen und polnischen Vorkommen nicht gut ins Modell integriert werden konnten und das Modell somit auch nicht optimal in die Zukunft projizieren kann).

Die Vulnerabilität der Moore (Hoch-, Nieder- und Anmoore) wird als hoch eingeschätzt.

3.2.1.5 Bewertung der Dringlichkeit

3.2.1.5.1 Gefährdungssituation von Biotopen

Von den 281 Biototypen der Roten Liste Biototypen (Breunig 2002, Langfassung LUBW 2002) sind 33,1 % aufgrund von Flächenverlusten, Nutzungsaufgabe oder Nutzungsintensivierung als stark gefährdet oder gefährdet eingestuft, d. h. ohne dass der Klimawandel als wesentlicher Gefährdungsfaktor wirksam war. Ungefähr 72 % (67 von 93 Biototypen dieser beiden Gefährdungsstufen) weisen eine mittlere und hohe Sensitivität gegenüber Klimawandel auf, was bedeutet, dass sich die Gefährdungssituation dieser Biototypen deutlich verschlechtern kann.

Die Dringlichkeit von Maßnahmen wird daher als hoch eingeschätzt.

3.2.1.5.2 Klimahüllen für Moore

Die Analyse der Klimahüllen ergibt, dass für einige Standorttypen (z. B. Hochmoor-Flächen) teilweise Verluste ihrer Klimahülle zu erwarten sind, wogegen bei anderen Biototypen (z. B. An- und Niedermoor-Flächen) bis 2050 der flächenmäßig überwiegende Teil der Vorkommen in der derzeitigen Klimahülle verbleibt, d. h. die klimatischen Rahmenbedingungen ein weiteres Vorkommen zulassen sollten. Anmoor-Flächen umfassen nach der shape-Datei Moorkataster,

LUBW, Stand 16.07.2012, 10.161,7 ha; Niedermoor-Flächen 33.656,0 ha und Hochmoor-Flächen 3.580,2 ha (Naturraum-Auswertungen siehe Anhang Materialien, Kap. 6.1.2.3 und folgende). Auf diesen bodenkundlich definierten An-, Nieder- und Hochmoor-Standorten befinden sich aktuell nicht nur Lebensräume wie Nieder- und Hochmoore, sondern auch anthropogene Strukturen und Nutzungen. Aufgrund der landesweit vorhandenen Daten des Moorkatasters kann hiermit ein guter Überblick erstellt werden, auch wenn die aktuellen Nutzungen und Lebensräume von den Standorten abweichen.

Die zusätzliche, klimawandelbedingte Gefährdung von Hochmooren wird sich voraussichtlich in einigen Naturräumen (siehe Anhang Materialien, Kap. 6.1.2.7) deutlich verstärken. Die Verluste von klimatisch geeigneten Räumen für Nieder- und Anmooren sind nicht so deutlich wie bei Hochmooren, vielmehr dürften bei diesen Standort-Typen in naher Zukunft ca. 80-90 % der Biotopflächen in klimatisch geeigneten Räumen verbleiben.

Die Wahl des Maßes für den Niederschlag (Jahresniederschlag oder Niederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr) kann über die Zuordnung einzelner Naturräume zu den drei Kategorien der Veränderung der Klimahüllen (Fall A, B, C) entscheiden und verändert damit die Flächenangaben (Details siehe Kap. 6.1.2). Die dargestellten Trends lassen sich aber sowohl bei der Verwendung der Jahresniederschläge (in naher Zukunft ansteigend) als auch der Niederschläge im hydrologischen Sommerhalbjahr (in naher Zukunft abnehmend) beobachten.

Zu beachten ist bei allen Klimahüllen, dass es sich bei den dargestellten Klimaveränderungen um Projektionen handelt. Weder werden deren zu Grunde liegende Szenarien exakt in der angenommenen Form stattfinden, noch können die Auswirkungen auf die Biotope exakt vorhergesagt werden. Zwar sind mit Temperatur und Niederschlag die größten Wirkfaktoren klimatischer Veränderungen abgedeckt, vernachlässigt werden beim Konzept der Klimahüllen jedoch nicht-meteorologische Standortparameter. Dabei können sich durch Interaktion der untersuchten Parameter mit Standortfaktoren wie dem Wasserrückhaltevermögen des Bodens oder der Nährstoffverfügbarkeit Effekte ergeben, die Klimahüllen allein nicht abbilden können. Desweiteren werden bei solchen Projektionen biotische Interaktionen i.d.R. völlig ignoriert (Jaeschke et al. 2013) und auch plastische Anpassungsmöglichkeiten der Lebewelt sind nur in einem reduzierten Maß integriert.

Die dargestellten Ergebnisse stellen daher Anhaltswerte dafür dar, in welchen Naturräumen die untersuchten Biotoptypen in Zukunft voraussichtlich am stärksten gefährdet sind und wo die Auswirkungen der Klimaveränderung weniger ins Gewicht fallen werden. Die Ergebnisse können als Hilfestellung für die Planung von Maßnahmen herangezogen werden. Aufgrund der Unsicherheiten der zugrunde liegenden Projektionen ist es jedoch unzulässig, Naturräume zu benennen, in denen Biotoptypen in Zukunft nicht mehr vorkommen können und dementsprechende Schutzbemühungen sinnlos wären.

3.2.1.6 Ableitung von Anpassungserfordernissen für Moore

Um die biologische Vielfalt an Lebensräumen zu erhalten ist es notwendig, mit Anpassungsmaßnahmen für gegenüber dem Klimawandel sensitive Biotoptypen und FFH-Lebensraumtypen sowie Ökosysteme umgehend zu beginnen. Für die Erhaltung bzw. Wiederherstellung von FFH-Lebensraumtypen in einem günstigen Erhaltungszustand bestehen gemäß der FFH-Richtlinie internationale Verpflichtungen. Ein großer Teil der Rote-Liste-Biotoptypen sind gesetzlich geschützt.

Sinnvoll ist, bei denjenigen Lebensräumen einen Schwerpunkt für Anpassungsmaßnahmen zu setzen, die einerseits durch den Klimawandel und weitere „konventionelle“ Gefährdungsfaktoren stark gefährdet sind, andererseits durch ihr Kohlenstoff-Bindungsvermögen auch aktiv zum Klimaschutz beitragen. Ihre Erhaltung und Wiederherstellung ist aktiver Klimaschutz, nicht nur Erhaltung von wertvollen Lebensräumen. Dies trifft insbesondere auf Moore, feuchtes und nasses Grünland sowie naturnahe Wälder mit hohem Humus- und Altholz/Totholz-Vorrat zu, daneben auch auf weitere, meist kleinflächige Biototypen (z. B. Verlandungszonen, Röhrichte).

Da nach der „Naturschutzstrategie BW 2020“ das Ziel besteht, bis 2020 den Gefährdungsgrad der Arten spürbar zu senken und bis 2030 für alle Arten einen günstigen Erhaltungszustand zu erreichen, müssen auch die Lebensräume dieser Arten erhalten und wiederhergestellt werden. Einerseits steigt die Gefährdung von Lebensräumen, andererseits lässt sich prognostizieren, dass für einige FFH-Lebensraumtypen, die dem EU-Recht und der FFH-Richtlinie unterliegen, eine erhöhte Verantwortung auf Deutschland und Baden-Württemberg zukommt, d. h. den internationalen Verpflichtungen aus der FFH-Richtlinie eine erhöhte Bedeutung zukommt. Viele Biototypen oder FFH-Lebensraumtypen benötigen zu ihrer Wiederherstellung lange Zeiträume (vgl. Aussagen zur Regenerationsfähigkeit in den Roten Listen Biototypen Baden-Württembergs oder Deutschlands). Maßnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung von Lebensräumen müssen daher umgehend eingeleitet werden.

Besonders bei Mooren besteht dringender Bedarf (SRU 2012). In der nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (BMU 2007) wurden bereits 2007 für die Erhaltung und Renaturierung von Moorflächen folgende Ziele aufgestellt:

- *Heute noch bestehende natürlich wachsende Hochmoore sind bis 2010 gesichert und befinden sich in einer natürlichen Entwicklung.*
- *Die Regeneration gering geschädigter Hochmoore ist bis 2010 eingeleitet mit dem Ziel, intakte hydrologische Verhältnisse und eine moortypische, oligotrophe Nährstoffsituation zu erreichen. In regenerierbaren Niedermooren ist der Torfschwund signifikant reduziert. Moore wirken wieder als Nährstoff- und CO₂-Senke.*
- *Bis 2020 sind wesentliche Teile der heute intensiv genutzten Niedermoore extensiviert und weisen nur noch Grünlandnutzung auf. Typische Lebensgemeinschaften entwickeln sich wieder.*
- *Bis zum Jahre 2020 kann sich die Natur auf mindestens 2 % der Landesfläche Deutschlands wieder nach ihren eigenen Gesetzmäßigkeiten entwickeln, beispielsweise in Bergbaufolgelandschaften, auf ehemaligen Truppenübungsplätzen, an Fließgewässern, an den Meeresküsten, in Mooren und im Hochgebirge.*

In Umsetzung dieser Ziel- und Zeitvorgaben der nationalen Biodiversitätsstrategie sind die Zielaussagen der Naturschutzstrategie BW 2020 zu sehen, die im Folgenden kurz dargestellt werden.

3.2.1.7 Anpassungsziele für Moore

Laut Naturschutzstrategie BW 2020 ist die Erarbeitung und Umsetzung eines Moorschutz-Konzeptes ein fachlicher Schwerpunkt.

Da Moore² für viele klimawandelsensitive Arten Lebensraum sind, sehr viele gefährdete und geschützte Arten beherbergen und viele Moortypen unter gesetzlichem Schutz stehen, sind sie für die Erhaltung der biologischen Vielfalt von herausragender Bedeutung. Da intakte Moore in der Lage sind, in großem Umfang Kohlendioxid zu binden, stellen der Schutz und die Wiederherstellung von Mooren auch gleichzeitig einen aktiven, hochwirksamen und kostengünstigen Beitrag zum Klimaschutz dar. Weitere positive Wirkungen sind die Verbesserung der CO₂-Bilanz Baden-Württembergs und des Landschaftswasserhaushalts (nach Naturschutzstrategie BW 2020).

Nach Naturschutzstrategie BW 2020 soll mit der Erhaltung und Wiedervernässung von Mooren ein zentraler Beitrag für Naturschutz und Klimaschutz gleichermaßen geleistet werden. *Da zerstörte Moore nicht wiederherstellbar und viele der in Mooren vorkommenden, hoch spezialisierten Arten stark gefährdet sind, kommt einem konsequenten integrativen Moorschutz, der auch Aspekte des Bodenschutzes und des Wasserhaushalts berücksichtigt, höchste Bedeutung zu. Neben den Regenmooren müssen dabei auch die von mineralischem Wasser gespeisten Niedermoore berücksichtigt werden.*

Um die Synergie-Effekte zwischen Biotop- und Artenschutz, Bodenschutz und Klimaschutz zu erreichen, sind somit umfangreiche und konsequente Ziele und Maßnahmen zum Moorschutz erforderlich (vgl. SRU 2012). Laut SRU (2012) ist der Schutz kohlenstoffreicher Böden vor einer Bewirtschaftung eine der effektivsten Klimaschutzmaßnahmen. Nach SRU (2012) erfordern die Klimawirksamkeit der derzeitigen Moorbodennutzungen (Emission klimaschädlicher Stoffe) und die Gefährdung der biologischen Vielfalt eine Veränderung der derzeitigen Nutzungsstrukturen. Die schrittweise Umstellung von Acker- auf Grünlandnutzung, von intensiver auf extensive Grünlandnutzung unter Anhebung der Wasserstände und eine Wiederherstellung des naturnahen Zustands sind dabei die wichtigsten Ziele.

Derzeit läuft ein BWPLUS-Projekt, das zum Ziel hat, Grundlageninformationen zur Situationsbewertung der Moore in Baden-Württemberg mit dem Fokus auf ihre Klimarelevanz zu erarbeiten, eine ökologische Bestandsaufnahme zu erstellen und eine Situationsanalyse der Landwirtschaft zu erarbeiten. Aus der Bewertung des Zielkonflikts zwischen Klima- und Naturschutz und den landwirtschaftlichen Nutzungsinteressen soll eine Kostenabschätzung für unterschiedliche Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen aus Mooren erstellt werden. Die Ergebnisse sollen 2013 vorliegen. Von Jensen et al. (2011) liegt ein Positionspapier zum Moorschutz vor.

Aufbauend hierauf sollte dringendst (d. h. innerhalb der nächsten zwei Jahre) ein landesweites Moorschutz-Konzept erarbeitet werden, das unter Nutzung obiger Projektergebnisse, aufbauend auf dem Moorkataster und den Vorarbeiten des Bodenschutzes (LUBW 2002) folgende Ziele umfasst und umsetzt:

Vorrangige Umsetzung eines noch zu erstellenden landesweiten Moorschutz-Konzepts

- Erhaltung und Wiederherstellung der Hoch- und Niedermoore (einschließlich Rückgewinnung oder Umstellung auf eine dem Moor angepasste Nutzung der An- und Niedermoor-Flächen) zur Förderung ihrer Naturschutz- und Klimaschutz-Funktion.

² Gemeint sind im Folgenden stets alle Moortypen, also Hoch- und Übergangsmoore, Niedermoore und Anmoore des Moor-Katasters, nicht nur die biotopkartierten Teile.

Dies dient dazu, Moore aller Art zu effektiven CO₂-Senken zu entwickeln und die Mineralisierung von Moorböden (CO₂-Quelle) zu beenden, in Kombination mit dem Bodenschutz. Hierzu ist die Intensivierung der Zusammenarbeit von Naturschutz, Bodenschutz, Schutz des Wasserhaushalts und Klimaschutzes notwendig, da Moore aller Art für alle beteiligten Fachbereiche wertvolle Ökosystemleistungen liefern.

3.2.1.8 Anpassungsmaßnahmen für Moore

Intensivierung der Renaturierungsmaßnahmen für Hoch- und Niedermoore (im Rahmen der zu erstellenden Moorschutz-Konzeption)

- Beendigung bestehender Entwässerungen.
- Erhaltung oder Wiederherstellung des natürlichen Wasserhaushalts von Mooren und Moorresten (auch degradierter), mit dem Ziel der Wiederaufnahme des Torfwachstums.
- Regenerationsmaßnahmen bei allen Hochmooren, die renaturierungsfähig sind.
- Großflächige Wiedervernässungen von Hoch- und Niedermooren auf Basis wissenschaftlich abgesicherter Methoden. Wenn der natürliche Wasserstand nicht mehr erreicht werden kann, sollte er soweit wie möglich angehoben und die Nutzung extensiviert werden.
- Entwicklung alternativer Nutzungsformen und/oder Extensivierung der Nutzung von Niedermooren, sodass bei Anhebung des Wasserstands auf entwässerten Standorten eine extensive Nutzung von Nieder- und Anmoor-Böden möglich ist.
- Sicherung der Standorte durch Beibehaltung des Grünlandumbruch-Verbots.
- Wiedervernässung auch von Anmoorböden.
- Keine oder höchstens eine extensive Grünland-Nutzung von Moorböden, die mit den Klimaschutzziele und dem hohen Wasserstand kompatibel ist.
- Effektive Kombination von Zielen des Bodenschutzes und des Biotopschutzes, insbesondere die Förderung und finanzielle Unterstützung bei der Umwandlung von Acker zu (extensiv genutztem) Grünland auf Moorböden.
- Keine Versiegelung von Moorböden aller Art.
- Anpassung und Transformation der landwirtschaftlichen Nutzungen auf Moor- und Anmoorböden zur Minimierung des Nährstoffeintrags und der CO₂-Emissionen, mit dem Ziel die CO₂-Senkenfunktion von Mooren zu etablieren.
- Sicherung des Einzugsgebiets von Mooren vor konkurrierenden Nutzungen (z. B. Wasserentnahme zur Trinkwassergewinnung).
- Sicherung aller naturnahen oder intakten Moorflächen als NSG oder FND, falls noch nicht unter Schutz.
- Ausweisung von Vorranggebieten Moorschutz und Moorrenaturierung in Regional- und Landschaftsplänen.
- Aktive Regeneration geschädigter oder (teil-) entwässerter Moorflächen in Natura 2000-Gebieten und Schutzgebieten (NSG, FND).
- Aufbau eines landesweiten Renaturierungskatasters, mit dem Zeitpläne und Fortschritte bei der Renaturierung sowie angewendete Methoden dokumentiert werden können, um aus erfolgreichen Renaturierungsprojekten zu lernen und die weitere Umsetzung zu fördern.

Die Maßnahme umfasst insbesondere die aktive Regeneration geschädigter oder (teil-) entwässerter Moor-FFH-Lebensraumtypen und Moor-Biotoptypen der Roten Liste Baden-Württemberg in Natura 2000-Gebieten und Schutzgebieten (NSG, FND).

Schwerpunkte sollten die Naturräume sein, in denen einerseits viele und große Moore vorkommen, andererseits die Moore in den für sie geeigneten Klimahüllen verbleiben (siehe Anhang Materialien, 6.1.3). Auch wenn ggf. einige Hochmoore aufgrund des Klimawandels langfristig nicht als Hochmoore in der jetzigen Artenzusammensetzung erhalten werden können, stellen davon abgeleitete Typen, z. B. Übergangsmoore, Sümpfe, Seggenrieder, Röhrichte, Senken mit Torfmoorsubstraten (*Rhynchosporion*) auch in Zukunft wertvolle Feuchtlebensräume dar, die schützenswert sind.

Die Maßnahme hat ihren Schwerpunkt in den Naturräumen, die langfristig voraussichtlich weiterhin günstige Standortbedingungen für Hoch- und Niedermoore aufweisen (z. B. Voralpines Hügel- und Moorland, Donau-Iller-Lechplatte, Hochschwarzwald im Süden und Grindenschwarzwald im Norden des Schwarzwaldes).

Da Moore hochwertige Lebensräume mit einer Vielzahl gefährdeter und sensibler Arten sind, sollten Naturschutz-interne Planungen und Regelungen (z. B. Eingriffs/Ausgleichs-Regelungen) die besondere Funktion von Mooren verstärkt berücksichtigen:

- Verstärkte Berücksichtigung der Wiederherstellung von Mooren und der Wiedervernässung von Moorböden beim Ausgleich von Eingriffen in Natur und Landschaft;
- Verstärkte Berücksichtigung der Wiederherstellung und Erhaltung von Mooren bei allen Landnutzungsformen, Infrastrukturvorhaben und Siedlungsentwicklungsplanungen;
- Optimierung von Naturschutzplanungen, z. B. Managementplänen, in Bezug auf die Regeneration von Mooren und die Wiedervernässung von Moorböden.

Zunächst sollte im Rahmen des zu entwickelnden Moorschutz-Konzeptes erkundet und räumlich konkretisiert werden, welche Moore und Moorwälder regeneriert werden können. Nur für diejenigen Standorte, die nicht mehr regeneriert und wiedervernässt werden können, sowie für neu entstehende Standorte mit geeignetem Wasserhaushalt (z. B. Abbaustellen mit geringem Einschnitt in das Grundwasser bei saurem Ausgangssubstrat) sollte geprüft werden, ob neuartige Landnutzungen, sogenannte „Paludikulturen“, möglich sind (vgl. SRU 2012). Durch einen solchen Anbau spezifischer Kulturen von Sumpf- und Röhrichtpflanzen könnte ein Beitrag zum Klimaschutz durch die CO₂-Senkenfunktion erbracht werden.

Priorisierung nach Effektivität und Aufwand: hoch: Anpassungsziele und -maßnahmen zum Moorschutz sind nach Effektivität und Aufwand als absolut vorrangig zu bezeichnen, da sich bei keinem anderen Lebensraum vergleichbar hohe Synergie-Effekte zwischen Arten- und Biotopschutz, Boden- und Klimaschutz sowie Schutz der Ressource Wasser erzielen lassen (vgl. SRU 2012).

Zeithorizont: Die Maßnahmen zur Regeneration der Hochmoore (Wiedervernässung aller regenerationsfähigen Hochmoore, laut Naturschutzstrategie BW 2020 ca. 500 ha) sollten bis 2020 abgeschlossen sein. Die Regeneration und ggf. extensive Nutzung der Niedermoorflächen (ca. 50.000 ha) sollte bis spätestens 2020 so gestaltet werden, dass der Ausstoß von Klimagasen reduziert worden ist und stattdessen die CO₂-Senkenfunktion wirksam wird.

3.2.1.9 Stand der Anpassungsmaßnahmen zu Mooren

Durch das Moorkataster (LUBW 2002) und die kartographische Darstellung der Moore (shape-Datei) stehen landesweit die Voraussetzungen zur Verfügung, um mit einem zu erstellenden Moorschutzprogramm umgehend zu beginnen. Laut Naturschutzstrategie BW 2020 bestehen in Baden-Württemberg erste Erfahrungen mit der Wiedervernässung von Hochmooren im Wurzacher Ried und im Pfrunger-Burgweiler Ried. Auch im BWPlus-Projekt (2011) werden Grundlagen für die Renaturierung von Mooren erarbeitet.

Außerhalb Baden-Württembergs gibt es ebenfalls umfangreiche Erfahrungen mit Moor-Renaturierungen, auf die bei der Erstellung des Moorschutz-Programms und einzelner Wiedervernässungsprojekte für Moore zurückgegriffen werden sollte (z. B. Mecklenburg-Vorpommern, Bayern, Schweiz, vgl. SRU 2012).

Für einzelne Mooregebiete lassen sich Wasserhaushalts-Modellierungen einschließlich des hydrologischen Einzugsgebiets erstellen, aus denen gebietsbezogene Empfehlungen zu optimierten Wiederherstellungsmaßnahmen (z. B. Verschluss von Entwässerungsgräben) ableitbar sind.

Weiter ist darauf hinzuweisen, dass grundsätzlich Instrumente vorhanden sind, die eine extensive Nutzung von Moorböden oder die Wiedervernässung von Mooren fördern. Hierbei ist auf die Finanzierung von Anpassungsmaßnahmen über LPR (Landschaftspflegeleitlinie) und MEKA (Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleich) zu verweisen. Grundsätzlich können mit der LPR eine Vielzahl von Maßnahmen des Naturschutzes, der Landespflege und der Landeskultur gefördert werden. Die Förderung nach MEKA ist darauf ausgerichtet, landwirtschaftlich genutzte Flächen umweltgerecht zu bewirtschaften.

Der Stand der Anpassungsmaßnahmen wird aufgrund der oben dargestellten Voraussetzungen als mittel bewertet (Stufe II im Formblatt).

Forschungsbedarf besteht in der Verbesserung der Projektionen und Modellierungen für einzelne Naturräume und der klimatischen Wasserbilanz von Einzugsgebieten von Mooren unter dem Aspekt des Klimawandels.

3.2.1.10 Einzubeziehende Akteure in den Anpassungsprozess

- Naturschutzbehörden,
- Wasserwirtschaftsbehörden, Forst-, Landwirtschafts- und Bodenschutzbehörden,
- Behörden mit Zuständigkeit für Emissionen und Klimaschutz,
- Landnutzer und Landnutzer-Verbände,
- Kommunen,
- Wassergewinnungsverbände, Wasserversorger, Wasser- und Bodenverbände o. Ä.,
- Naturschutzverbände und Fachverbände für bestimmte Artengruppen,
- Kommunal- und Regionalplanung, kommunale und regionale Planungsverbände.

3.2.1.11 Gesetzliche oder verwaltungstechnische Voraussetzungen für die Umsetzung

1) Erstellung eines landesweiten Moorschutz-Programms und Umsetzung erster Projekte bis 2015 (gemäß Naturschutzstrategie BW 2020).

2) Da Moore Lebensräume sind, die aufgrund ihrer CO₂-Senkenfunktion wesentlich zur CO₂-Reduktion und zum Klimaschutz beitragen und somit wesentliche Hilfsmittel in der Anpassung an den Klimawandel sind, sollten die oben genannten Maßnahmen massiv finanziell und verwaltungstechnisch gefördert werden, d. h. es sollte eine Anpassung der landwirtschaftlichen Förderinstrumente auf die Ziele des Moor- und Klimaschutzes erfolgen:

- Adäquate Honorierung einer Landbewirtschaftung, die die CO₂-Senkenfunktion und die Artenschutz-Funktion als Agrarumweltmaßnahme fördert;
- Verringerung bzw. Beendigung gegenläufiger Anreize (z. B. NAWARO oder Biogas-Förderung), die dem Moorschutz zuwider laufen können.

Weiter sollte bis 2015 erreicht werden, dass die Finanzierung des Moorschutzes und des Moorschutz-Konzeptes geklärt ist, insbesondere:

- Finanzierung der Maßnahmen für den Moorschutz durch Mittel aus dem Handel mit Emissions-Zertifikaten.

3.2.1.12 Ökonomische Aspekte der Anpassung (Kosten, vermeidbare Kosten)

Gemäß Naturschutzstrategie BW 2020 bestehen für die Kosten folgende grobe Schätzungen:

- Netzwerk Natur: Kosten für naturraumbezogene Konzeptionen: ca. eine Mio €/Jahr über zehn Jahre
- Moorschutz: ca. zwei Mio € für landesweites Moorschutzkonzept, ca 15 Mio für Moorrenaturierungen.

Der volkswirtschaftliche Nutzen von Mooren lässt sich wie folgt abschätzen:

Die Erhaltung natürlicher Ökosysteme – insbesondere jener von Mooren und Wäldern – ist eine der günstigsten Klimaschutzmaßnahmen überhaupt. Zum einen enthalten Moore auf wenig Fläche viel Kohlenstoff und zum anderen werden für den Erhalt dieser Kohlenstoffvorräte keine aufwändigen Technologien benötigt. Im Fokus stehen neben der Vermeidung der Degradation noch intakter Moorflächen die Wiedervernässung und Renaturierung bereits degradierter Flächen.

Welche Menge an CO₂-Äquivalenten auf einem renaturierten Moor eingespart werden können, hängt von der Art des Moores und der bisherigen landwirtschaftlichen Nutzung ab (SRU 2012). Die Literaturangaben variieren von Einsparpotentialen an CO₂-Äquivalenten von 6 t/ha und Jahr (Grünland extensiv) und 32 t/ha und Jahr (Grünland intensiv) (Quelle: „Klimaschutz durch Moorschutz in der Praxis“, Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Klimaschutz - Moornutzungsstrategien“, 2006 - 2010). Schäfer (2010) kommt zu einer Reduktion von 24 t CO₂-eq pro Hektar renaturierter Fläche und Jahr. Die Werte entsprechen jeweils der Freisetzung von CO₂ eines Niedermoores bei Grasland- oder Ackernutzung, die Senkenwirkung der Moore ist demgegenüber von eher untergeordneter Bedeutung.

Im Rahmen des BWPlus-Projekts sollen spezifische, für Baden-Württemberg zutreffende Einspar-Potenziale ermittelt werden, da die bisherigen Literaturangaben überwiegend aus Norddeutschland stammen und vermutlich nicht auf Baden-Württemberg übertragbar sind. Weiter muss darauf verwiesen werden, dass das Moorkataster zwar An-, Nieder- und Hochmoor-Standorte nach bodenkundlichen Kriterien darstellt, viele Flächen jedoch stark anthropogen überprägt sind, was Nutzung und Struktur angeht. Aus der Fläche dieser Datenbasis pro Naturraum kann daher nicht ohne weiteres auf das pro Naturraum erzielbare Einspar-Potenzial durch Moor-Renaturierung geschlossen werden.

Eine realistische Abschätzung von Potenzialflächen setzt daher aktuelle Nutzungskartierungen und eine systematische und umfassende Bewertung der Möglichkeiten vor Ort voraus. Das BWPlus-Projekt soll hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten und wird voraussichtlich 2013 erste Ergebnisse erbringen.

Eine wichtige Quelle für die Abschätzung der Größenordnung, was sich an Einspar-Potenzialen ergeben könnte, ist SRU (2012). Konkrete Angaben für Baden-Württemberg können aufgrund der oben dargestellten Problematik hier noch nicht ausgeführt werden.

Mit hoher Wahrscheinlichkeit ließen sich durch die konsequente und umfassende Wiedervernässung und Renaturierung von Moorflächen hohe Einsparungen von CO₂ gegenüber CO₂-Einsparungen durch Verwendung alternativer Energien erzielen (vgl. SRU 2012). Darüber hinaus bestehen bei Moorrenaturierungen nicht nur positive Effekte auf Arten und Lebensräume, sondern hohe Synergie-Effekte mit anderen Fachbereichen wie dem Schutz der Ressourcen Boden und Wasser.

Unter Moore sind hier alle Moortypen, also Hoch- und Übergangsmoore, Niedermoore und Anmoore des Moor-Katasters, nicht nur die biotopkartierten Flächen, gemeint. Moore sind in Baden-Württemberg nach der Roten Liste Biotoptypen gefährdet oder stark gefährdet und werden als sehr sensitiv gegenüber dem Klimawandel eingestuft. Da Moore für viele klimawandelsensitive Arten Lebensraum sind, sehr viele gefährdete und geschützte Arten beherbergen und viele Moortypen unter gesetzlichem Schutz stehen, sind sie für die Erhaltung der biologischen Vielfalt von herausragender Bedeutung.

Hierzu dient die vorrangige Umsetzung eines landesweiten Moorschutz-Konzepts und die Intensivierung der Renaturierungsmaßnahmen im Rahmen dieses Konzepts. Intakte Moore sind zudem in der Lage, in großem Umfang Kohlendioxid zu binden. Der Schutz und die Wiederherstellung von Mooren stellen auch gleichzeitig einen hochwirksamen und kostengünstigen Beitrag zum Klimaschutz dar.

3.2.2 Vulnerabilität von wasserabhängigen Lebensräumen

3.2.2.1 Beschreibung der Vulnerabilität

Außer Mooren sind Lebensräume wie nasses bis feuchtes Grünland, Röhrichte und Riede, Sümpfe und Wälder (v. a. Bruch-, Sumpf- und Auenwälder) sowie Moorwälder gegenüber den erwarteten Auswirkungen des Klimawandels als besonders empfindlich einzuschätzen, z. B. gegenüber

sommerlicher Austrocknung, Zunahme von Extremereignissen wie Stürmen, aber auch verringerter klimatischer Wasserbilanz durch erhöhte Temperaturen, vgl. Petermann et al. (2007). In ihnen kommen eine Reihe von Rote Liste-Arten sowie FFH-Arten und -Lebensraumtypen vor, die häufig auch sehr empfindlich gegenüber Änderungen ihrer Umweltbedingungen sind. Sie benötigen daher besondere Maßnahmen der Klimaanpassung. Gleichzeitig weisen diese Lebensräume hohe Synergie-Effekte zu anderen Bereichen auf, da sie insbesondere im intakten Zustand ein hohes Kohlenstoff-Bindungsvermögen (CO₂-Senkenleistung) haben und auch für den Schutz der Ressourcen Wasser und Boden wesentliche positive Folgen zeigen.

Ein Ziel der Klimaanpassung ist – über den Moorschutz hinaus – die Erhaltung und Förderung solcher Lebensräume unter Ausnutzung vorhandener Synergiepotenziale. Wasserabhängige Lebensräume umfassen eine Vielzahl von Biotoptypen (Quellen, Stand- und Fließgewässer; Feuchtgrünland aller Art, Feuchtwälder aller Art (Bruch-, Sumpf- und Auwälder)). Sie können in der Begriffswelt der WRRL oder der RL Biotoptypen beschrieben werden.

Die Vulnerabilität der wasserabhängigen Lebensräume wird bei Fließgewässern als mittel, bei Feuchtgebieten allgemein als hoch eingeschätzt.

3.2.2.2 Bewertung der Dringlichkeit

Eine Vielzahl von Biotoptypen, die dieser Gruppe der wasserabhängigen Lebensräume zugeordnet werden kann, ist laut Roter Liste Biotoptypen (Breunig 2002) stark gefährdet oder gefährdet, z. B.

- Waldfreie Niedermoore und Sümpfe (drei der fünf Typen sind stark gefährdet),
- Feucht- und Nassgrünland (drei der fünf Typen sind stark gefährdet),
- Röhrichte und Riede (sechs der 19 Typen sind gefährdet, weitere vier in der Vorwarnliste),
- Standgewässer (fünf der 16 Typen sind stark gefährdet, zwei gefährdet und vier in der Vorwarnliste),
- Quellen (zwei von zwei Typen sind gefährdet),
- Fließgewässer (fünf von 15 Typen sind gefährdet oder stark gefährdet),
- Bruch-, Sumpf- und Auwälder (sechs der zehn Typen sind stark gefährdet, weitere drei gefährdet und ein Typ in der Vorwarnliste, d. h. von zehn Biotoptypen ist kein einziger ungefährdet).

Auch ohne die zusätzliche Gefährdung durch den Klimawandel besteht damit das Risiko, dass für viele dieser Biotoptypen ihr Fortbestand in Baden-Württemberg langfristig nicht gesichert ist.

Nach Datenstand der Biotopkartierung vom 16.07.2012 (shape-Datei Biotope) wurden 988,61 ha Waldfreie Niedermoore und Sümpfe (Biotop-Code 32.00) kartiert; weiter wurden 10.282,86 ha Nasswiesen (33.20), 2.934,02 ha Röhrichte (34.50); 753,15 ha Pfeifengras-Streuwiesen (33.10) und 1.213,71 ha Großseggen-Riede (34.60) erhoben (ca. 15.000 ha Feucht- und Nassgrünland, ohne Niedermoore). Quellen umfassen 1.605,27 ha (Code 11.00), Fließgewässer 15.669,81 ha (12.00) und Standgewässer 8.688,30 ha (Code 13.00). Bruch-, Sumpf- und Auwälder (52.00) umfassen 8.488,29 kartierte Biotope, Moorwälder (Code 51.00) 2.599,18 ha.

Dringlichkeit der Anpassungsmaßnahmen:

Fließgewässer: Die Dringlichkeit der Anpassungsmaßnahmen wird als gering eingeschätzt, da bereits in der Vergangenheit Maßnahmen zur Umsetzung der WRRL durchgeführt wurden und zur Erfüllung der Verpflichtungen der WRRL auch voraussichtlich weiterhin umgesetzt werden. Die

Einschätzung der geringen Dringlichkeit im Handlungsfeld Naturschutz gilt jedoch nur, wenn auch für die Zukunft davon ausgegangen werden kann, dass die sich aus der Wasserrahmenrichtlinie ergebenden Maßnahmen konsequent im Handlungsfeld Wasser umgesetzt werden.

Feuchtgebiete allgemein (Feucht- und Nassgrünland, Röhrichte und Riede, Waldfreie Niedermoore und Sümpfe): Die Dringlichkeit der Anpassungsmaßnahmen wird als hoch eingeschätzt, da entsprechende Biototypen meist gefährdet oder stark gefährdet sind und in der Vergangenheit wesentlich durch Flächen- und Funktionsverluste gekennzeichnet sind.

Zeithorizont: Für Fließgewässer ist die WRRL einschlägig (maximal bis 2027), für die übrigen Lebensraumtypen ergeben sich Zeithorizonte aus der nationalen Biodiversitätsstrategie und der Naturschutzstrategie BW.

3.2.2.3 Ableitung von Anpassungserfordernissen

Die oben genannten Biotypen sind nicht nur als Lebensraum für sehr viele Arten, darunter auch viele gefährdete Arten der Roten Listen, sondern auch aus Gründen des Landschaftswasserhaushalts zu erhalten. Viele der oben aufgeführten Lebensräume fallen unter den gesetzlichen Biotopschutz oder sind als FFH-Lebensraumtypen in einem günstigen Erhaltungszustand zu bewahren oder der günstige Erhaltungszustand ist wiederherzustellen. Bei Feuchtgebieten aller Art müssen die Auswirkungen steigender Temperaturen und ggf. auch regional zunehmender Sommertrockenheit verringert werden. Weiter ist auf Synergie-Effekte zum Schutz der Ressource Wasser und mit dem Klimaschutz zu verweisen, da ein Teil dieser Lebensräume ein hohes Kohlenstoff-Bindungsvermögen (CO₂-Senkenleistung) besitzt.

Besonders betroffen vom Klimawandel werden voraussichtlich wasserabhängige Lebensräume und Arten sein, die neben einer Verschlechterung ihrer Standortbedingungen (z. B. durch verstärkte Austrocknung, verringerte klimatische Wasserbilanz und erhöhte Temperaturen) auch ggf. verstärkten Konflikten mit der Landnutzung (z. B. verstärkte Wasserentnahmen bei gleichzeitig sinkender Grundwasserneubildung) ausgesetzt sein werden. Hierbei handelt es sich vielfach um Lebensräume, die bereits durch antropogene Einflüsse (u. a. in ihrem Wasserhaushalt) beeinträchtigt sind und die als Biotyp bereits gefährdet oder stark gefährdet sind (vgl. Rote Liste Biotope BW, Breunig 2002).

3.2.2.4 Anpassungsziele

Feucht- und Nassgrünland, Röhrichte und Riede, sowie Bruch-, Sumpf- und Auwälder:

Anpassungsziel sollte sein, klimasensitive wasserabhängige Lebensräume mit hoher Bedeutung für den Naturschutz und als CO₂-Senke zu schützen (wie z. B. Feucht- und Nassgrünland, Röhrichte und Riede, waldfreie Niedermoore und Sümpfe, sowie Bruch-, Sumpf- und Auwälder) und ihre Klimaschutz- und Naturschutz-Funktion auszubauen. In einem landesweiten Konzept sollte ermittelt und geprüft werden, wie gegenüber dem Klimawandel besonders empfindliche Lebensräume, die gleichzeitig auch eine hohe Bedeutung für den Naturschutz und als CO₂-Senke haben bzw. Gebiete mit sehr hohen und hohen Kohlenstoffvorräten sind, erhalten, wiederhergestellt und ggf. auch nachhaltig genutzt werden können. Dies könnte durch Einführung adäquater Kriterien für die Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten „Natur und Landschaft“ in Landschafts- und Regionalplanung, aber auch durch gezielte Förderprogramme bzw. Lenkung bestehender Förderprogramme erfolgen.

Wo durch gezielte Nutzungsänderungen oder -Extensivierungen (v. a. Feucht- und Nassgrünland, Röhrichte und Riede) landnutzungsbedingter CO₂-Minderungspotenziale aktiviert werden können, sollte räumlich konkretisiert werden. Damit lassen sich Synergien zur Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel generieren.

Fließgewässer und ihren Auen:

In der Naturschutzstrategie BW 2020 finden sich Zielaussagen zur Renaturierung von Fließgewässern und ihren Auen. Demnach wird „in den nächsten Jahren“ angestrebt, die natürliche Dynamik von Bächen und Flüssen zuzulassen bzw. wieder zu initiieren, und *an den nach der WRRL bestimmten Fließgewässern die Durchgängigkeit herzustellen*. Die Freihaltung oder Wiederanbindung von Auenflächen und deren Entwicklung zu einem annähernd natürlichen Zustand ist auch ein Beitrag zum Hochwasserschutz.

Diese Ziele zu Fließgewässern und ihren Auen umfassen nur einen Teil der hier vorgeschlagenen Ziele: Analog zum Moorschutz braucht es auch einen Schutz wasserabhängiger Lebensräume, d. h. einen Schutz von Feuchtgebieten mit Feucht- und Nassgrünland, Röhrichten und Rieden, waldfreien Niedermooren und Sümpfen. Aus der Sicht der Anpassung an den Klimawandel sollten die Anpassungsziele zeitlich und fachlich konkretisiert werden.

Anpassungsziele sind daher:

Wasser in der Landschaft zurückhalten.

- Landesweite Konzeption (Ermittlung, Verortung, Bewertung) der Feuchtgebiete (Feucht- und Nassgrünland, Röhrichte und Riede, Sümpfe sowie Bruch-, Sumpf- und Auwälder).
- Sicherung bzw. Wiederherstellung der für die Funktionsfähigkeit wesentlichen Ökofaktoren (Wasserhaushalt, Einzugsgebiete, Wasserbilanz etc.).
- Darstellung der Renaturierungsmöglichkeiten.
- Sicherung bzw. Stabilisierung der noch weitgehend intakten wasserabhängigen Ökosysteme (einschließlich ihrer naturraumtypischen Artenvielfalt).
- Auflegung von Umsetzungsprogrammen zur systematischen Renaturierung bereits beeinträchtigter wasserabhängiger Ökosysteme.
- Verbesserung des gesamten Landschaftswasserhaushalts durch Verbesserung der Wasserrückhaltefähigkeit (z. B. vergrößerte Retentionsflächen, Maßnahmen einer angepassten Landnutzung).
- Sicherung der Feuchtgebiete vor konkurrierenden Nutzungen (z. B. Wasserentnahme).
- Verringerung diffuser Stoffeinträge in wasserabhängige Ökosysteme.

Erhaltung und Wiederherstellung von naturnahen Fließgewässern und ihren Auen, um Gewässer gegenüber zunehmenden Risiken widerstandsfähig zu machen.

- Erhaltung und Wiederherstellung von naturnahen Auen und Fließgewässern und ihrer natürlichen morphodynamischen Prozesse, um sensitive und gefährdete Lebensräume gegenüber zunehmenden Risiken (Zunahme von extremen Wasserständen wie Hoch- und Niedrigwasser) widerstandsfähig zu machen.
- Stabilisierung des Temperaturhaushalts von Fließgewässern
- Schutz der Fließgewässer vor erosionsbedingten Einträgen
- Vermeidung erhöhter Stoffeinträge in wasserabhängige Ökosysteme, z. B. durch Maßnahmen zum Erosionsschutz
- Wiederherstellung der Durchgängigkeit und einer naturnahen Strukturvielfalt von Gewässern.

- Rückgewinnung oder Neuschaffung von Retentionsräumen.
- Wiederherstellung naturnaher hydrologischer Bedingungen mit einer naturnahen Überflutungsdynamik.
- Erhaltung und Verbesserung der Wasserqualität und Reduktion der Nähr-/Schadstoff- und Abwärmeeinleitungen.
- Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Ufergehölze sowie eines ökologisch wirksamen Gewässerrandstreifens.

Um negative Auswirkungen durch den Klimawandel insbesondere für wasserabhängige Ökosysteme so weit wie möglich zu vermeiden, ist ab sofort sicher zu stellen, dass Eingriffe in den Landschaftswasserhaushalt nicht zu einer zusätzlichen Belastung dieser Ökosysteme führen, v. a. wenn sie in Schutzgebieten liegen. Das betrifft auch eine mögliche Ausweitung der Bewässerung als sektorale Maßnahme der Landwirtschaft zur Anpassung an den Klimawandel.

Da sich über Moore und Feuchtgebiete hinaus durch den Klimawandel für eine Reihe von weiteren Lebensräumen voraussichtlich die Gefährdung erhöhen wird, sind diese weiteren Lebensräume besonders zu fördern, um ihre Anpassungsfähigkeit zu steigern. Dies sind neben Mooren und Feuchtgebieten (siehe voran gegangene Ziele) und den Weichholz- und Hartholz-Auenwäldern in naturnahen Auen v. a. Stand- und Fließgewässer (z. B. FFH-Lebensraumtypen Nährstoffarme bis mäßig nährstoffreiche Stillgewässer, Dystrophe Seen, Fließgewässer mit flutender Wasservegetation und ähnliche RL-Biotope) sowie einige Waldtypen (z. B. FFH-Lebensraumtypen Schlucht- und Hangmischwälder, Moorwälder, Steppen-Kiefernwälder sowie natürliche montane Bodensaure Nadelwälder und ähnliche Biotope der Roten Liste Biotoptypen). Diese weiteren gefährdeten Lebensräume werden bei den wasserabhängigen Lebensräumen behandelt, da die Ressource Wasser für sie meist einen wesentlichen Standort-Faktor darstellt.

3.2.2.5 Anpassungsmaßnahmen

Die Klimaschutz- und Naturschutz-Funktion von Feucht- und Nassgrünland, Röhrichten und Rieden sowie Sümpfen sollte erhalten und ausgebaut werden. Hierzu wird empfohlen, analog zum Moorschutz-Konzept, ein landesweites Konzept zu erstellen und umzusetzen.

Förderung des Wasserrückhalts durch Schutz von Feuchtgebietstypen

- Förderung und Schutz von Feuchtgebieten (Feucht- und Nassgrünland, Röhrichte und Riede, waldfreie Niedermoore und Sümpfe, sowie Bruch-, Sumpf- und Auwälder).
- Erstellung einer landesweiten Feuchtgebietskonzeption, die klimasensitive Lebensräume (insbesondere Feucht- und Nassgrünland, Röhrichte und Riede, Niedermoore und Sümpfe, sowie Bruch-, Sumpf- und Auwälder) mit hoher Bedeutung für den Naturschutz und als CO₂-Senke systematisch ermittelt, verortet, und ihre Funktionsfähigkeit für Naturschutz und als CO₂-Senke beurteilt sowie Möglichkeiten zu einer Wiederherstellung der naturschutzfachlichen Bedeutung und Funktionsfähigkeit darstellt.
- Bewertung des Zustands, der gegenwärtigen Funktionen und der Möglichkeiten zur Verstärkung der Klimaschutz- und Naturschutz-Funktion.
- Sicherung bzw. die Wiederherstellung eines intakten Wasserhaushaltes.
- Förderung und Schutz dieser Feuchtgebietstypen durch Sicherung bzw. Wiederherstellung eines naturnahen Wasserhaushaltes in möglichst allen Feuchtgebieten durch Entwicklung und

Umsetzung von gezielten Förderprogrammen zur Renaturierung und zur extensiven Nutzung (z. B. Wiese oder Weide), insbesondere zur Wiedervernässung von Feuchtgebieten sowie von entwässerten Feuchtwäldern (Bruch-, Sumpf- und Auwälder), zur Stabilisierung der hydrologischen Verhältnisse der Einzugsgebiete sowie zur Verringerung der Entwässerung im Grünland.

- Förderung der Regulationsmöglichkeiten von Entwässerungsgräben, Erhöhung der Retentionsfähigkeiten.
- Extensive Nutzung von Feuchtgrünland, insbesondere als Wiese oder Weide.
- Sicherung der Feuchtgebiete und Feuchtwälder vor konkurrierenden Nutzungen (z. B. Absenkung des Grundwasserspiegels) bzw. Lösung von Nutzungskonflikten.
- Wiederherstellung von Feuchtgrünland.

Die obigen Maßnahmen haben ihren Schwerpunkt in den Naturräumen, die langfristig voraussichtlich weiterhin günstige Standortbedingungen für z.B. Feucht- und Nasswiesen sowie Niedermoor-Standorte aufweisen (z. B. Voralpines Hügel- und Moorland, Donau-Iller-Lechplatte; Hochschwarzwald im Süden und Grindenschwarzwald im Norden des Schwarzwaldes, Hochlagen der westlichen Teile der Schwäbischen Alb, Baar).

Erhaltung und Wiederherstellung von naturnahen Auen und ihrer natürlichen morphodynamischen Prozesse.

- Erhaltung und Wiederherstellung von naturnahen Auen und ihrer natürlichen morphodynamischen Prozesse, um sensible und gefährdete Lebensräume und Arten gegenüber zunehmenden Risiken wie die mögliche Zunahme von extremen Wasserständen bei Hoch- und Niedrigwasser widerstandsfähig zu machen.

Die Maßnahme geht über die Betrachtung des Fließgewässers hinaus und zielt auf die Freihaltung oder Wiederanbindung von Auenflächen und deren Entwicklung zu einem annähernd natürlichen Zustand. Hierzu ist einerseits die Bereitstellung von Flächen für die Selbstentwicklung von Fließgewässern und für natürliche morphodynamische Prozesse erforderlich. Andererseits sind noch vorhandene, naturnahe Auen mit ihren Fließgewässern zu erhalten und vor Eingriffen zu schützen

Vor dem Hintergrund möglicher bzw. zu erwartender Auswirkungen durch den Klimawandel (z. B. Zunahmen von Starkregen, Häufung von Dürren) ist mit der Zunahme negativer Einwirkungen aus dem Umland auf Schutzgebiete und Biotope, insbesondere in Feuchtgebieten, zu rechnen. Das kann v. a. Aspekte des Gebietswasser- oder Stoffhaushaltes wasserabhängiger Ökosysteme betreffen, vorrangig im Zusammenhang mit der Landnutzung (z. B. Erosion und Eintrag erodierten Bodens in Biotope und Schutzgebiete).

Stabilisierung des Temperaturhaushalts von Fließgewässern

- Stabilisierung des Temperaturhaushalts kleiner Fließgewässer, v. a. durch Förderung, Wiederherstellung oder Anpflanzung beschattender Ufergehölze oder natürliche Entwicklung gehölzbestandener Uferstreifen auf bereit gestellten Sukzessionsflächen.
- Stabilisierung des Temperaturhaushalts in den Unterläufen von Fließgewässern, v. a. durch Begrenzung von Einleitungen mit erhöhten Wassertemperaturen im Rahmen wasserrechtlicher Verfahren.

- Sicherung ausreichender Mindestwassermengen in den Ober- und Unterläufen von Fließgewässern (Ausleitungsstrecken), so dass diese für heimische Fließgewässerarten durchgängig als Lebensraum erhalten oder wiederhergestellt werden.
- Überarbeitung der Regelungen zum Mindestabfluss in Ausleitungsstrecken unter Berücksichtigung der gewässertypischen Fauna und ggf. des durch Klimawandel begründeten Anpassungsbedarfs.

Maßnahmen zum Schutz von Feuchtgebieten und Fließgewässern vor erosionsbedingten Einträgen bedarf der Zusammenarbeit zwischen den Ressorts Boden und Wasser.

Schutz der Fließgewässer vor erosionsbedingten Einträgen

- Schutz der Fließgewässer vor erosionsbedingten Einträgen, z. B. durch Entwicklung ausreichend breiter Uferstreifen oder Erhaltung bzw. Wiederherstellung von Ufergehölzen sowie eines ökologisch wirksamen Gewässerrandstreifens.
- Systematische räumliche Konkretisierung erosionsgefährdeter Flächen in FFH- und SPA-Gebieten und in Naturschutzgebieten sowie in Konzentrationsbereichen wasserabhängiger Biotope außerhalb von Schutzgebieten.
- Berücksichtigung erosionsgefährdeter Flächen in relevanten Planwerken oder fachlich begründeten Gebietskulissen für entsprechende Fördermaßnahmen.
- Spezifizierungen der „guten fachlichen Praxis“ in Landwirtschaft und Bodenschutz oder entsprechender Förderrichtlinien mit dem Ziel, Stoffeinträge in wasserabhängige Ökosysteme zu vermeiden.

Vermeidung erhöhter Stoffeinträge in wasserabhängige Ökosysteme

- Verstärkte Umsetzung von Maßnahmen zum Erosionsschutz und zur Ausweisung von Pufferzonen oder Pufferstreifen, v. a. in besonders betroffenen Landesteilen mit hohem Anteil an Löß-Böden und Hanglagen.

Insbesondere beinhaltet die Maßnahme eine bessere Pufferung von nährstoffarmen Biotopen (nährstoffarmes feuchtes und nasses Grünland, Niedermoore, Riede und Röhrichte, Sümpfe, nährstoffarme Standgewässer aller Art) sowie Schutzgebieten (Natura 2000, NSG, FND), um die Standorte für nährstoffliebende Arten und Biotoptypen bzw. FFH-Lebensraumtypen zu erhalten.

Da sich durch den Klimawandel für eine Reihe von weiteren Biotoptypen bzw. FFH-Lebensraumtypen voraussichtlich die Gefährdung erhöhen wird, sind diese Biotoptypen bzw. FFH-Lebensraumtypen besonders zu fördern, um ihre Anpassungsfähigkeit zu steigern.

Förderung und Schutz weiterer gefährdeter FFH-Lebensraumtypen und Biotoptypen.

Die Maßnahme umfasst Stand- und Fließgewässer (z. B. FFH- Lebensraumtypen Nährstoffarme bis mäßig nährstoffreiche Stillgewässer, Dystrophe Seen, Fließgewässer mit flutender Wasservegetation und ähnliche RL-Biotope) und ähnliche Biotope der Roten Liste Biotoptypen).

- Die Förderung und der Schutz dieser Lebensräume ist durch die Sicherung bzw. Wiederherstellung eines naturnahen Wasserhaushaltes (keine Entwässerung, kein Absenken des Grundwasserspiegels), den Schutz vor Nährstoffeintrag (v.a. bei nährstoffarmen Stand-

und Fließgewässer vor künftig ggf. verstärkter Erosion) und durch eine extensive Nutzung, die die Lebensraumqualitäten erhält, zu gewährleisten.

- V.a. bei nährstoffarmen Stand- und Fließgewässern ist die Entwicklung von Pufferzonen anzustreben, um mit dem Klimawandel sich verschärfende Risiken des Nährstoffeintrags (z.B. durch Starkniederschläge) abzumildern. Die Erhaltung bzw. Wiederherstellung des natürlichen Wasserhaushalts bzw. der natürlichen Gewässerdynamik soll durch ein Bündel von Maßnahmen (z. B. Beendigung von Entwässerungen, Verringerung von Nährstoffeinträgen, Bereitstellung von Flächen für Selbstentwicklung oder Auwald-Entwicklung) erreicht werden.

Förderung und Schutz weiterer gefährdeter FFH-Lebensraumtypen und Biotoptypen.

Die Maßnahme umfasst weiterhin Schlucht- und Hangmischwälder und auch natürlicherweise von Nadelbäumen gebildete Lebensraumtypen (z. B. FFH-Lebensraumtypen Steppen-Kiefernwälder, sowie natürliche montane Bodensaure Nadelwälder, Moorwälder, sowie ähnliche Biotope der Roten Liste Biotoptypen), die aufgrund besonderer Standort-Bedingungen (Geologie, Boden, Relief) meist kleinflächig vorkommen.

- Ihre Erhaltung ist durch die Entwicklung und Umsetzung von gezielten Förderprogrammen zur extensiven Nutzung bzw. naturnahe Wald-Bewirtschaftung anzustreben.

3.2.2.6 Stand der Anpassungsmaßnahmen

Gewässerlebensräume:

Aufgrund gesetzlicher Vorgaben, insbesondere der Wasser-Rahmenrichtlinie (WRRL) ist möglichst für alle oberirdischen Gewässer ein „guter ökologischer und guter chemischer Zustand“ zu erreichen. Diese WRRL-Ziele sollen bis spätestens 2027 erreicht werden.

Aufgrund dieser Gesetzeslage bestehen Verpflichtungen zur Wiederherstellung ökologisch intakter Gewässerlebensräume (d. h. Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit der Gewässer). Weiter gibt es laut Naturschutzstrategie BW 2020 das Projekt "Unsere Bäche und Flüsse - Die Lebensadern Baden-Württembergs" als Teil der Nachhaltigkeitsstrategie.

Fließgewässer: mittlere Priorität: Ein Teil der Anpassungsziele und -maßnahmen weisen einen bestehenden gesetzlichen Rahmen (WRRL) auf und daher werden teilweise Maßnahmen bereits durchgeführt.

Zeithorizont: mittel (eigene Einschätzung) bis langfristig (nach WRRL 2027): damit ergibt sich eine geringe Dringlichkeit im Handlungsfeld Naturschutz für zusätzliche Maßnahmen, sofern die Erfordernisse der Wasserrahmenrichtlinie konsequent umgesetzt werden.

Feuchtgebiete:

Der Stand der Anpassungsmaßnahmen bei Feuchtgebieten wird als gering eingeschätzt, da es keine landesweite Konzeption zur Sicherung und Wiederherstellung von Feuchtgebieten gibt (Stufe III im Formblatt). Zudem steht der geplante Ausbau der Naturschutzberatung für Land- und Forstwirtschaft, der ein fachlicher Schwerpunkt der Naturschutzstrategie BW 2020 ist, erst am Anfang seiner Verwirklichung. Ein wichtiger Teil der Feuchtgebietstypen (z. B. Feucht- und Nasswiesen) ist nicht in der FFH-Richtlinie als Lebensraumtyp nach Anhang I enthalten, entsprechend gibt es auch keine Managementplanung für diese Lebensräume.

Für einzelne Feuchtgebiete lassen sich Wasserhaushalts-Modellierungen einschließlich des hydrologischen Einzugsgebiets erstellen, aus denen gebietsbezogene Empfehlungen zu optimierten Wiederherstellungsmaßnahmen (z. B. Verschluss von Entwässerungsgräben) ableitbar sind, so dass die technischen Voraussetzungen für Renaturierungsprojekte gegeben sind.

Zeithorizont: analog Moore, da die Biotoptypen meist stark gefährdet sind

Priorisierung nach Effektivität und Aufwand: hoch: da entsprechende Biotoptypen vergleichbar zu Mooren ebenfalls als CO₂-Senken (Humusanreicherung im Oberboden) wirken können.

Forschungsbedarf besteht in der Verbesserung der Projektionen und Modellierungen für einzelne Naturräume und der klimatischen Wasserbilanz von Einzugsgebieten von Feuchtgebieten unter dem Aspekt des Klimawandels.

3.2.2.7 Einzubeziehende Akteure in den Anpassungsprozess

- Naturschutzbehörden, Fischereibehörden,
- Wasserwirtschaftsbehörden, Forst-, Landwirtschafts- und Bodenschutzbehörden,
- Behörden mit Zuständigkeit für Emissionen und Klimaschutz,
- Landnutzer und Landnutzer-Verbände,
- Kommunen,
- Wassergewinnungsverbände, Wasserversorger, Wasser- und Bodenverbände o. Ä.,
- Naturschutzverbände und Fachverbände für bestimmte Artengruppen,
- Kommunal- und Regionalplanung, kommunale und regionale Planungsverbände.

3.2.2.8 Gesetzliche oder verwaltungstechnische Voraussetzungen für die Umsetzung

Fließgewässer:

Mit der Wasser-Rahmenrichtlinie (WRRL) sind für Fließgewässer die gesetzlichen Rahmenbedingungen für die Umsetzung von Zielen und Maßnahmen vorhanden.

Feuchtgebiete aller Art:

Für Feuchtgebiete aller Art fehlt es an einem landesweiten Konzept zur Erhaltung, extensiven Nutzung und Wiederherstellung. Allerdings ist der Ausbau der Naturschutzberatung für Land- und Forstwirtschaft ein fachlicher Schwerpunkt der Naturschutzstrategie BW 2020. Dies schafft die verwaltungstechnischen Voraussetzungen für die Erreichung der Naturschutzziele in Zusammenarbeit der Naturschutzverwaltung mit der Landwirtschaftsverwaltung. Hierbei sollen in

gemeinsamer Verantwortung Landwirte beraten werden, um auf freiwilliger Basis Naturschutzbelange in die landwirtschaftlichen Betriebsabläufe integrieren zu können. Für die praktische Umsetzung muss die Erweiterung der Kompetenzen der Fachverwaltungen auch durch die Verfügbarkeit adäquat ausgestatteter Förderprogramme unterstützt werden.

Ein Teil der wasserabhängigen Biotoptypen unterliegt dem gesetzlichen Pauschalschutz nach § 30 BNatSchG, wodurch – zumindest de jure – der gegenwärtige Bestand gesichert sein sollte. Manche Feuchtgebietstypen (z. B. Feucht- und Nasswiesen) sind jedoch nicht in der FFH-Richtlinie enthalten, so dass für diese Biotoptypen keine FFH-Gebiete (jedoch Schutzgebiete nach baden-württembergischen oder bundesdeutschen Naturschutzrecht) ausgewiesen sind und sie daher nicht in der Managementplanung für FFH-Gebiete enthalten sind.

Analog zu den Mooren gelten folgende Rahmenbedingungen:

- 1) Erstellung eines landesweiten Konzepts und Umsetzung erster Projekte bis 2015
- 2) Finanzielle und verwaltungstechnische Förderung als Agrarumweltmaßnahme, d. h. es sollte eine Anpassung der land- und forstwirtschaftlichen Förderinstrumente auf die Ziele des Feuchtgebiets- und Klimaschutzes erfolgen, v. a. adäquate Honorierung einer Bewirtschaftung, die die CO₂-Senkenfunktion und die Artenschutz-Funktion fördert; außerdem Verringerung bzw. Beendigung gegenläufiger Anreize (z. B. NAWARO oder Biogas-Förderung), die dem Feuchtgebietsschutz zuwider laufen können.
- 3) Klärung der Finanzierung, analog zum Moorschutz.

In Baden-Württemberg sind grundsätzlich bereits Instrumente vorhanden, die eine extensive Nutzung von Feuchtgrünland oder die Wiedervernässung entwässerter Standorte fördern. Finanzierungsmöglichkeiten von Anpassungsmaßnahmen bestehen über LPR (Landschaftspflegerichtlinie) und MEKA (Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleich). Grundsätzlich können mit der LPR eine Vielzahl von Maßnahmen des Naturschutzes, der Landespflege und der Landeskultur gefördert werden. Die Förderung nach MEKA dient dazu, landwirtschaftlich genutzte Flächen umweltgerecht zu bewirtschaften. Dieses Instrumentarium kann für einen Teil der oben genannten Anpassungsmaßnahmen genutzt werden.

3.2.2.9 Ökonomische Aspekte der Anpassung (Kosten, vermeidbare Kosten)

Nach Kalkulationen von Matzdorf et al. (2010) kommt es bei einem Umbruch von artenreichem Grünland zu Ackerland (z. B. Maisacker) je nach Standort zu klimaschädlichen Emissionen, die umgerechnet in Schadenskosten (Kostensatz: 70 € pro t CO₂) einem Wert von ca. 285 – 1.541 €/ha und Jahr entsprechen. Weiterhin treten bei Ackernutzung erhöhte Nährstoffemissionen auf, die zu Belastungen im Bereich Grund- und Oberflächengewässer führen, zu deren Verhinderung im Rahmen der ackerbaulichen Nutzung ca. 40 – 120 €/ha und Jahr aufgebracht werden müssten.

Zu den positiven Ökosystemleistungen von artenreichem Grünland im Bereich Treibhausgasminderung und Gewässerschutz lässt sich zusätzlich noch eine Zahlungsbereitschaft für artenreiche Lebensräume hinzurechnen, die nach Grossmann et al. (2010) mit durchschnittlich 1.000 €/ha und Jahr beziffert werden kann. Die Produktionsleistungen artenreichen Grünlandes sind im Vergleich zu Acker geringer. Hier kann man eine negative Differenz von bis zu 435 €/ha

und Jahr veranschlagen. Berücksichtigt man alle genannten Effekte, so beläuft sich der Nettowert der Erhaltung von HNV-Grünland im Vergleich zu Grünlandumbruch rechnerisch auf 890 – 2.661 €/ha und Jahr.

In Baden-Württemberg existieren laut Biotopkartierung rund 11.116 Hektar Nass- und Streuwiesen (Nasswiese Code 32.00; Streuwiese Code: 33.10), die in jedem Fall als HNV3-Grünland angesehen werden können. Allein diese erzeugen – nach obigen Angaben – einen volkswirtschaftlichen Wert von 9,9 bis 29,6 Mio € pro Jahr (siehe Tabelle 14). Hinzu kommen Werte für die Erhaltung weiteren HNV-Grünlandes, wie etwa magerer Weiden oder trockenen Grünland-Ausprägungen, der derzeit jedoch nicht verlässlich kalkuliert werden kann.

Tabelle 14: Streu- und Nasswiesen in Baden-Württemberg

Biotoptyp	Fläche [ha]	Volkswirtschaftlicher Nettowert bei Erhaltung des Grünlandes [Mio. €]
33.10	753,4	0,7 – 2,0
33.20	4.182,0	3,7 – 11,1
33.21	1.621,8	1,4 – 4,3
33.22	1.159,4	1,0 – 3,1
33.23	3.399,7	3,0 – 9,1
Gesamt	11.116,3	9,9 – 29,6

3.2.2.10 Wiederherstellung von Retentionsräumen

Nach einer Studie des Bundesamtes für Naturschutz (Grossmann et al. 2010) überwiegt der volkswirtschaftliche Nutzen naturverträglicher Hochwasserschutzmaßnahmen die Kosten um den Faktor 3:1. Naturverträgliche Hochwasserschutzmaßnahmen in Form von Deichrückverlegungen und Auenrenaturierungen rechnen sich nach Ansicht des BfN somit auch volkswirtschaftlich. Bei bisherigen Kosten-Nutzen-Analysen schneiden Hochwasserschutzmaßnahmen, die auch dem Naturschutz zugute kommen, vergleichsweise schlecht ab, denn die Analysen betrachten nur die Hochwasser senkende Wirkung. In der Studie von Grossmann et al. (2010) wurde jedoch auch die Wirkung der Auen als Lebensraum für Pflanzen und Tiere, als Erholungsraum für die Menschen und als Filter für Schadstoffe beurteilt. Damit wurde der ökonomische Nutzen von verschiedenen Ökosystemfunktionen quantitativ erfasst. Ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 3:1 bedeutet, dass der monetäre Wert des ökologischen und ökonomischen Nutzens der Maßnahmen dreimal so hoch ist wie ihre Kosten.

Quelle:

[http://www.bfn.de/0401_pm.html?&cHash=36e734869c&tx_ttnews\[backPid\]=1&tx_ttnews\[tt_news\]=3260](http://www.bfn.de/0401_pm.html?&cHash=36e734869c&tx_ttnews[backPid]=1&tx_ttnews[tt_news]=3260), Aufgerufen am 15.12.2012.

Über die Moore hinaus sind Lebensräume wie nasses bis feuchtes Grünland, Röhrichte und Riede, Sümpfe und Wälder (v. a. Bruch-, Sumpf- und Auenwälder) sowie Moorwälder gegenüber den erwarteten Auswirkungen des Klimawandels als besonders empfindlich einzuschätzen. Ein Ziel der Klimaanpassung ist daher die Erhaltung und Förderung solcher Lebensräume.

³ HNV – High Nature Value – naturschutzfachlich hochwertiges Grünland

Voraussichtlich sind diese Lebensräume mit verstärkter sommerlicher Austrocknung, mit der Zunahme von Extremereignissen wie Stürmen, aber auch mit verringerter klimatischer Wasserbilanz konfrontiert. In ihnen kommen eine Reihe von Rote Liste-Arten sowie FFH-Arten und -Lebensraumtypen vor, die häufig auch sehr empfindlich gegenüber Änderungen ihrer Umweltbedingungen reagieren. Sie benötigen daher besondere Maßnahmen der Klimaanpassung. Notwendig ist daher ein Konzept zur Förderung von Feuchtgebieten, die Erhaltung und Wiederherstellung von naturnahen Fließgewässern und ihren Auen, sowie der Schutz vor erosionsbedingten Einträgen in Fließgewässer und wasserabhängige Lebensräume.

3.2.3 Vulnerabilität von Wald-Lebensräumen

3.2.3.1 Beschreibung der Vulnerabilität

Mehrere Waldtypen werden voraussichtlich starken Belastungen durch den Klimawandel ausgesetzt sein. Sollen die vielfältigen Funktionen (Rohstoffproduktion, Erholung, Kohlenstoffbindung, Naturschutz etc.) des Waldes nicht beeinträchtigt werden oder verloren gehen, ist die Forstwirtschaft besonders gefordert, sich frühzeitig auf diese künftigen Bedingungen einzustellen (siehe Handlungsfeld Forstwirtschaft). Trotz der Klimaerwärmung werden vermutlich winterliche Frostperioden, Perioden mit viel Nassschnee und Spätfröste weiterhin auftreten (vgl. LUBW 2012), aber auch Extremereignisse (z. B. Stürme) und Massenvermehrungen von Insekten (v. a. in standortfremden Nadelholz-Forsten) dürften zunehmend ein Problem darstellen.

Aus naturschutzfachlicher Sicht sind die Wald-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie sowie die gefährdeten Wald-Biotoptypen der Roten Liste vorrangig zu betrachten. Von Petermann et al. (2007) wurden viele Wald-FFH-Lebensraumtypen als hoch sensitiv eingeschätzt, einige als mittel. Die Anwendung dieser Einschätzung auf die RL-Biotope ergab ebenfalls viele Wald-Biotoptypen, die als hoch sensitiv bewertet wurden (Details siehe Anhang Materialien, Tabelle 12 und Tabelle 13). Moorwälder und Bruch-, Sumpf- und Auwälder sind sowohl sehr sensitiv gegenüber dem Klimawandel als auch meist nach der Roten Liste bereits stark gefährdet oder gefährdet.

3.2.3.1.1 Wald-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie

Darauf hinzuweisen ist, dass entsprechend der Modellierung von FFH-Waldlebensraumtypen (Beierkuhnlein et al. 2011) eine Reihe von FFH-Waldlebensraumtypen ihr klimatisch geeignetes Areal von Westeuropa (z. B. Frankreich) nach Deutschland ausdehnen wird (z. B. Atlantischer, saurer Buchenwald mit Unterholz aus Stechpalme und gelegentlich Eibe; Thermophile Eschenwälder mit *Fraxinus angustifolia*; Eichenwälder mit *Castanea sativa*). Entsprechende FFH-Waldlebensraumtypen zu entwickeln, ihre Ansiedlung in Baden-Württemberg zu ermöglichen oder aktiv zu fördern, sollte daher ein wichtiges Ziel der Forstwirtschaft sein.

Vorstellbar ist, dass ein Teil der derzeit heimischen FFH-Wald-Lebensraumtypen seine klimatisch geeigneten Räume in Deutschland verlieren wird (vgl. Dempe et al. 2012a,b). Durch die Förderung von FFH-Waldlebensraumtypen mit west- oder südeuropäischer Verbreitung könnte diesem Verlust begegnet werden.

Nicht in Europa heimische Baumarten sind aus naturschutzfachlicher Sicht, zumindest in Natura 2000-Gebieten, die Wald-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie schützen sollen, unerwünscht. Diese Baumarten können ggf. eine klare Beeinträchtigung der FFH-Lebensraumtypen darstellen,

z. B. durch Verdrängung heimischer Baumarten und eine indirekte negative Beeinträchtigung der lebensraumtypischen Krautschicht. Aber auch negative Auswirkungen auf im Wald lebende FFH-Tierarten sind denkbar (z. B. Verknappung von heimischen Futterpflanzen). Hier kommt dem Management von Schutzgebieten der Wald-FFH-Lebensraumtypen eine verstärkte Bedeutung zu. Dass die Forstwirtschaft nicht auf außereuropäische Baumarten zurückgreifen muss, um weiterhin Waldbau betreiben zu können, sondern mit mitteleuropäischen oder europäischen Baumarten arbeiten könnte, zeigt der folgende Vergleich mit der potenziell natürlichen Vegetation, die heute unter denjenigen klimatischen Bedingungen in Frankreich oder Italien vorhanden ist, die für Baden-Württemberg prognostiziert werden.

3.2.3.1.2 Vegetation und Klimazonen im geografischen Klimavergleich

Anhand der modellierten Mitteltemperaturen und Niederschlagssummen für die einzelnen Hauptnaturräume für die ferne und nahe Zukunft kann überprüft werden, an welchen Orten in Europa solche klimatischen Bedingungen heute bereits vorliegen und welche potentiell natürliche Vegetation heute dort vorherrscht (vgl. Bohn & Neuhäusl 2000, Walter & Breckle 1999). Für die Untersuchungen wurden die Mitteltemperaturen und Niederschlagssummen des 25 x 25 km-Rasters verwendet. Verglichen wurden diese mit Daten der Klimanormalperiode von 1961 bis 1990 für Mittel- und Südeuropa (Frankreich, Italien, Spanien). Als Datenquelle dient die Internetseite (<http://www.klimadiagramme.de>, Abrufdatum 13.12.2012), die auf Basis nationaler Wetterdienste u. a. Klimadiagramme zur Verfügung stellt.

Für die nahe Zukunft ergibt sich aus den modellierten Parametern für ganz Baden-Württemberg eine Mitteltemperatur von 9,89° C sowie 1.071 mm Niederschlag. Die Temperatur entspricht damit etwa den heutigen Werten von Belfort, Nancy, Strasbourg, Dijon, Paris (siehe grün markierte Zeilen in der folgenden Tabelle). Die meisten der genannten Stationen weisen allerdings derzeit deutlich geringere Niederschläge auf. Dies ist in der Klimastationsverteilung Frankreichs begründet, die Lücken im Zentralmassiv aufweist, wo höhere Niederschläge zu erwarten wären. Eine Ausnahme ist Belfort, das mit 1.041 mm Niederschlag sehr nahe an den projizierten Niederschlägen in Baden-Württemberg liegt. An der unteren Grenze der Temperatur in naher Zukunft liegen die Schwäbische Alb und der Schwarzwald, die obere Grenze markiert das Nördliche Oberrhein-Tiefland (siehe gelb markierte Zeilen der folgenden Tabelle).

Die potentiell natürliche Vegetation im Raum Belfort besteht nach Bohn & Neuhäusl (2000) aus mehreren Buchenwald- sowie Eichen-Hainbuchenwald-Typen, v. a. subatlantisch-mitteleuropäischen *Melica uniflora*- bzw. *Galium odoratum*- und *Milium effusum*-Buchenwäldern, atlantisch-subatlantischen *Luzula luzuloides*-(Traubeneichen-)Buchenwäldern, Südwestmitteleuropäischen *Luzula luzuloides*-(Traubeneichen-)Buchenwäldern, Subatlantisch-mitteleuropäischen Traubeneichen-Hainbuchenwäldern sowie atlantisch-subatlantischen hygrophilen Steileichen-Hainbuchenwäldern.

In ferner Zukunft werden voraussichtlich die Temperaturwerte von Baden-Württemberg mit 11,76 °C vor allem denen in Italien im Großraum Mailand, Bozen, Turin, Bergamo und Potenza (Süditalien) entsprechen. In Frankreich konnten nur zwei Stationen gefunden werden, die diesen Werten der fernen Zukunft entsprechen würden, z. B. Nantes oder Bordeaux. Die projizierten Niederschlags-Mittelwerte Baden-Württembergs passen mit 1.131 mm pro Jahr dabei am besten zu den gegenwärtigen Werten aus Mailand (1.082 mm) und Bergamo (1.156 mm).

Die Hauptnaturräume Schwäbische Alb und Schwarzwald weisen die niedrigsten projizierten Temperatur-Jahresmittelwerte auf. Damit könnte das Nördliche Oberrhein-Tiefland in ferner Zukunft die höchsten Werte in Bezug auf die Jahresmitteltemperaturen aufweisen und läge damit im Bereich der heutigen Werte in Perugia bzw. Rimini oder Bordeaux oder Nantes. Um Mailand und Bergamo herrscht heute eine potentiell natürliche Vegetation von padanischen Hainbuchen-Stieleichenwäldern sowie piemontesisch-insubrischen Esskastanien-Eichenmischwäldern vor (Bohn & Neuhäusl 2000), um Potenza (Süditalien) submediterrane Flaumeichen(misch)wälder und submediterranean-subkontinentale thermophile Zerreiben- und Balkaneichen(misch)wälder.

Tabelle 15: Klima in Baden-Württemberg in der Zukunft im Vergleich mit heutigen Stationen in Mittel- und Südeuropa

Die folgende Tabelle gibt die Mittelwerte für Baden-Württemberg und für ausgewählte Hauptnaturräume Baden-Württembergs (extreme Werte bei Jahresmitteltemperatur und Jahres-Niederschlagssumme) wieder.

Land	Station	Mitteltemperatur	Niederschlagssumme
Italien	Paganella	1,9	720
Italien	Monte Cimone	2,2	732
Italien	Rolle Pass	2,5	1.057
Italien	Reschenpass	4,8	604
Italien	Dobbiaco	5,6	731
Italien	Monte Scuro	7,3	811
Italien	Tarvisio	7,6	1.471
	Schwäbische Alb nahe Zukunft	8,8	963
	Schwarzwald nahe Zukunft	9,2	1.540
Frankreich	Belfort	9,2	1.041
	Voralpines Hügel- und Moorland nahe Zukunft	9,5	1.026
	Schwäbisches Keuper-Lias-Land nahe Zukunft	9,6	994
Frankreich	Nancy	9,6	759
	Baden-Württemberg: Mittelwert nahe Zukunft	9,9	1.071
Spanien	Burgos	9,9	573
Frankreich	Strasbourg	9,9	600
Frankreich	Chartres	10,2	565
Frankreich	Caen	10,5	711
Frankreich	Dijon	10,5	732
Frankreich	Auxerre	10,6	540
Frankreich	Paris	10,6	639
Frankreich	Brest	10,8	1.085
	Schwäbische Alb ferne Zukunft	11,0	1.047
	Schwarzwald ferne Zukunft	11,0	1.478
Frankreich	Bourges	11,0	723
Italien	Potenza	11,3	651
Frankreich	Cap de la Hague	11,3	693
	Nördliches Oberrhein-Tiefland nahe Zukunft	11,4	829
Italien	Monte Sant'Angelo	11,4	613
Italien	Mailand	11,4	1082
	Voralpines Hügel- und Moorland ferne Zukunft	11,4	1.205

Land	Station	Mitteltemperatur	Niederschlags-summe
	Schwäbisches Keuper-Lias-Land ferne Zukunft	11,5	1.048
Italien	Fonni	11,5	801
Spanien	Salamanca	11,6	389
Italien	Bozen	11,6	702
Italien	Turin	11,6	914
	Baden-Württemberg: Mittelwert ferne Zukunft	11,8	1.131
Frankreich	Nantes	11,9	789
Spanien	Valladolid	12,0	442
Italien	Campobasso	12,0	628
Portugal	Braganca	12,2	741
Italien	Bergamo	12,2	1.156
Italien	Prizzi	12,3	544
Frankreich	Bordeaux	12,4	905
Italien	Arezzo	12,5	741
Italien	Verona	12,5	793
Frankreich	Toulouse	12,6	639
Italien	Venedig	12,7	801
Spanien	Oviedo	12,7	971
Spanien	Albacete	12,8	366
Italien	Vicenza	12,8	1.087
Spanien	San Sebastian	13,0	1.581
Italien	Perugia	13,1	816
	Nördliches Oberrhein-Tiefland ferne Zukunft	13,1	860
Italien	Rimini	13,2	702
Italien	Bologna	13,2	708
Spanien	Logrono	13,4	388
Spanien	Vigo	13,4	1.952
Spanien	La Coruna	14,1	988
Spanien	Santander	14,2	1.268
Spanien	Madrid	14,3	459
Italien	Pescara	14,3	674
Italien	Pisa	14,3	900
Frankreich	Nimes	14,4	762
Italien	Triest	14,4	1.045
Frankreich	Marseille	14,5	534
Spanien	Zaragoza	14,6	314
Italien	Florenz	14,6	911
Frankreich	Ajaccio	14,8	625
Italien	Grosetto	14,8	661
Italien	Cabo Bonifati	14,8	1.019
Portugal	Porto	14,8	1.142
Spanien	Ibiza	17,7	421

3.2.3.2 Bewertung der Dringlichkeit

Schon in den kommenden 20 bis 50 Jahren werden negative Auswirkungen des Klimawandels auf mehrere Waldtypen erwartet. Aufgrund der langen Lebensdauer von Baumarten und des langsamen Wachstums ist es notwendig, sich bereits heute Gedanken zur forstlichen Eignung der Baumarten unter den künftigen Bedingungen zu machen.

Die Dringlichkeit der Anpassungsmaßnahmen wird als gering eingeschätzt, da von forstlicher Seite umfangreiche Untersuchungen und viel Literatur vorhanden sind und seit mehreren Jahren intensive Diskussionen zur Klimaanpassung von Waldbau und Forstwirtschaft geführt werden.

Die Vulnerabilität der Moorwälder und der Bruch-, Sumpf- und Auwälder wird als hoch eingeschätzt, die der übrigen Waldtypen der RL Biotope bzw. der FFH-RL als mittel.

3.2.3.3 Ableitung von Anpassungserfordernissen

Da eine Reihe von gefährdeten Wald-Biototypen und Wald-FFH-Lebensraumtypen mittel oder stark sensitiv gegenüber dem Klimawandel ist, müssen diese Lebensräume in naturschutzfachlichen und waldbaulichen Strategien berücksichtigt werden. Weiter bestehen Berichtspflichten gegenüber der EU, Natura 2000-Erhaltungsziele und internationale Verantwortung für FFH-Arten, die auf Wald als Hauptlebensraum angewiesen (z. B. viele Fledermaus- und Vogelarten).

3.2.3.4 Anpassungsziele

Ein Hauptziel sollte eine ökologische Stabilisierung der Waldökosysteme sein. Waldbauliche Maßnahmen sollten angesichts der Ungewissheit regionaler Auswirkungen des Klimawandels vor allem auf Risikominimierung und -verteilung ausgerichtet werden. Dies kann durch eine Diversifizierung der Waldstruktur auch mit heimischen Baumarten erreicht werden. Der Übergang von Monokulturen, v. a. von Kiefern- und Fichtenreinbeständen, hin zu stabileren Mischbeständen sollte beschleunigt werden. Eine Umwandlung in Mischwaldbestände fördert die Artenvielfalt, die Erhaltung von Ökosystemfunktionen und die ökosystemare Stabilität.

Das natürliche Vorbild für zukunftsfähige Waldentwicklungstypen stellen artenreiche Buchenmischwälder, z.T. auch Eichenmischwälder, dar. Solche Waldbilder sind bereits aktuell anstrebenswert, durch den ablaufenden Klimawandel ist ihre beschleunigte Entwicklung jedoch vordringlich.

Wie oben ausgeführt, würde derzeit in Teilen Mittel- und Süd(west)frankreichs eine potenziell natürliche Vegetation, die aus einer Vielzahl von Buchen- und Eichen-Waldtypen besteht (vgl. Bohn & Neuhäusl 2000), mit den Klimabedingungen in Einklang stehen, die für Baden-Württemberg erwartet werden. Die Forstwirtschaft muss sich vorausschauend und frühzeitig auf den Klimawandel einstellen. Dies betrifft die Baumartenwahl, die Durchmischung der Bestände sowie Planung und Management. Wälder und Baumarten in Mittel- und Südfrankreich oder Mittel- und Norditalien könnten hierzu als Vorbild geeignet sein, vgl. hierzu auch Reif et al. (2009): *Konkrete einhellige Empfehlungen aus Sicht des Naturschutzes für den Wirtschaftswald können so zusammengefasst werden: Der Waldumbau naturferner Wälder sollte schnell erfolgen, der Umbau heute naturnaher Wälder mit großer Vorsicht durchgeführt werden, bis hin dass der Baumartenwechsel bei Klimaänderung durch Steuerung der kontinuierlich ablaufenden natürlichen Prozesse erfolgen sollte. Als Voraussetzung hierzu sind die Wilddichten entsprechend*

anzupassen. Bei einem Baumartenwechsel im Waldumbau sind Baumarten und Ökotypen aus Mitteleuropa oder südlich bis südöstlich angrenzenden Regionen zu bevorzugen. Ziel sind strukturierte Mischwälder mit höheren Anteilen stresstoleranter heimischer Baumarten.

Eine hohe Stabilität der künftigen Wälder könnte mit Baumarten erreicht werden, welche sich stärker an kleinräumig unterschiedlichen standörtlichen Bedingungen orientieren. Die Heterogenität von Waldökosystemen sollte gezielt gefördert werden. Vor allem sollte eine an die künftigen Bedingungen angepasste funktionelle Zusammensetzung von Wäldern angestrebt werden. Hier ist die Sicherstellung einer angemessenen Pflanzenversorgung am pragmatischsten mit einem möglichst weiten Artenspektrum (Mischwälder) und mit der Verwendung von Herkünften mit genetischer Vielfalt zu erreichen (Jentsch & Beierkuhnlein 2010).

Anpassungsziele sind:

- Wald-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie und Wald-Arten schützen und fördern sowie Berücksichtigung dieser Lebensräume in forstlichen Planungen und Betriebszielen.
- Die Rahmenbedingungen für Wald-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie erhalten und fördern.
- Klimasensitive Wald-Lebensräume, v.a. Wald-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie und gefährdete Wald-Biototypen der Roten Liste, fördern.

Maßnahmen hierzu sind:

- Entwicklung und aktive Förderung von west- und südwest-europäischen Wald-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie, deren klimatisch geeigneter Raum sich nach Deutschland ausdehnen wird.
- Bei einem Baumartenwechsel im Waldumbau sind Baumarten und Ökotypen aus Mitteleuropa oder südlich angrenzenden Gebieten zu bevorzugen.
- Verstärkte Ausweisung von Waldentwicklungsflächen.

Erforderlich ist, klimasensitive Wald-Lebensräume zu schützen und mit Schutzfunktionen des Waldes (Arten- und Biotopschutz, Bodenschutz, Klimaschutz, CO₂-Senkenfunktion) zu kombinieren. Hierzu sollten gefährdete Wald-Biototypen und Wald-FFH-Lebensraumtypen in forstlichen Planungen und Betriebszielen berücksichtigt werden. Der Aufbau von Biotopverbundsystemen im Wald, insbesondere unter Berücksichtigung von gefährdeten Wald-Biototypen und Wald-FFH-Lebensraumtypen auch außerhalb von Natura 2000-Gebieten, ist ebenfalls erforderlich.

Die nachhaltige, multifunktionale Bewirtschaftung des Waldes, wie sie durch § 13 Landeswaldgesetz festgelegt ist, bietet nach Naturschutzstrategie BW 2020 den geeigneten Rahmen, um das landesweite Netzwerk der Natur im Wald bzw. mit Waldanteilen weiterzuentwickeln, aufzubauen und den Wald gleichzeitig naturnah zu bewirtschaften. Das soll die Lebensbedingungen für Arten der Zerfallsphase im Staatswald verbessern.

3.2.3.5 Anpassungsmaßnahmen

Die folgenden Maßnahmen dienen dazu, die Vielfalt der Standorte im Wald zu erhalten und zu fördern:

Entwicklung und aktive Förderung von west- und südwest-europäischen Wald-FFH-Lebensraumtypen.

Die Maßnahme dient der Entwicklung und aktiven Förderung von west- und südwest-europäischen Wald-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie, deren klimatisch geeigneter Raum sich nach Deutschland ausdehnen wird. In Teilen Mittel- und Süd(west)frankreichs ist eine potenziell natürliche Vegetation vorhanden, die aus einer Vielzahl von Buchen- und Eichen-Waldtypen besteht und die mit den Klimabedingungen in Einklang steht, die für Baden-Württemberg erwartet werden.

- Wald-FFH-Lebensraumtypen (z. B. Eichenwälder mit Esskastanie (*Castanea sativa*), Thermophile Eschenwälder mit Schmalblättriger Esche (*Fraxinus angustifolia*); Atlantischer, saurer Buchenwald mit Unterholz aus Stechpalme und gelegentlich Eibe), die Teil dieser potenziell natürlichen Vegetation sind, sollten aktiv gefördert werden.
- Das natürliche Vorbild für zukunftsfähige Waldentwicklungstypen stellen artenreiche Buchenmischwälder, z. T. auch Eichenmischwälder, dar: Solche Waldbilder sind bereits aktuell aus einer Vielzahl von ökologischen Gründen anstrebenswert, durch den ablaufenden Klimawandel wird ihre beschleunigte Entwicklung vordringlich.

Die Maßnahme dient der Entwicklung und aktiven Förderung von west- und südwest-europäischen Wald-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie, deren klimatisch geeigneter Raum sich nach Deutschland ausdehnen wird. In Teilen Mittel- und Süd(west)frankreichs ist eine potenziell natürliche Vegetation vorhanden, die aus einer Vielzahl von Buchen- und Eichen-Waldtypen besteht und die mit den Klimabedingungen in Einklang steht, die für Baden-Württemberg erwartet werden. Hierunter sind auch FFH-Lebensraumtypen (z. B. Eichenwälder mit Esskastanie (*Castanea sativa*), Thermophile Eschenwälder mit Schmalblättriger Esche (*Fraxinus angustifolia*); Atlantischer, saurer Buchenwald mit Unterholz aus Stechpalme und gelegentlich Eibe) vertreten, die daher aktiv gefördert werden sollten. Das natürliche Vorbild für zukunftsfähige Waldentwicklungstypen stellen artenreiche Buchenmischwälder, z. T. auch Eichenmischwälder, dar: Solche Waldbilder sind bereits aktuell aus einer Vielzahl von ökologischen Gründen anstrebenswert, durch den ablaufenden Klimawandel wird ihre beschleunigte Entwicklung vordringlich.

Förderung von Baumarten und Ökotypen aus Mitteleuropa oder südlich angrenzenden Gebieten.

- In Europa heimische Baumarten sollten bei einem Baumartenwechsel, insbesondere bei einer Diversifizierung von Monokulturen, v. a. von Kiefern- und Fichtenreinbeständen, hin zu stabileren Mischbeständen bevorzugt werden.
- Baumarten und Ökotypen aus Mitteleuropa oder südlich angrenzenden Gebieten, z. B. neben den heimischer Stiel- und Traubeneiche auch Flaumeiche, Zerreiche oder Balkaneiche; oder Esskastanie, Schmalblättrigen Esche, sind zu bevorzugen.

Verstärkte Ausweisung von Waldentwicklungsflächen

- Nutzung durch Sturmschäden betroffener Flächen verstärkt als Entwicklungsflächen für den Naturschutz.
- Verstärkte Ausweisung von Flächen für ungestörte Entwicklungen, z. B. Erhöhung der Zielvorgaben für Bannwaldflächen bzw. Prozessschutzflächen.

Eine hohe Stabilität der künftigen Wälder könnte mit Baumarten erreicht werden, welche sich stärker an kleinräumig unterschiedlichen standörtlichen Bedingungen orientieren. Die Heterogenität von Waldökosystemen sollte daher gezielt gefördert werden. Hierzu dienen die obigen zwei Teil-Maßnahmen. Die Maßnahme fördert die autochthone Waldentwicklung und laufende Anpassung an die spezifischen Standortbedingungen unter den Bedingungen des Klimawandels.

3.2.3.6 Stand der Anpassungsmaßnahmen

Da seit über 20 Jahren (vgl. Thomasius 1991) intensive Forschungen und Diskussionen zur Klimaanpassung von Waldbau und Forstwirtschaft, einschließlich intensiver Untersuchungen zur klimatischen Eignung einer Vielzahl von Baumarten, geführt werden, wird der Stand der Anpassungsmaßnahmen allgemein als hoch eingeschätzt (Stufe I im Formblatt). Jedoch fehlen spezifische Konzepte und Aussagen zu waldbaulichen Konzepten, wie naturschutzfachlich hochwertige Wälder und Waldtypen, die aufgrund nationaler und internationaler Gesetze geschützt sind (z. B. Wald-Typen der FFH-Richtlinie) und für die Verpflichtungen zu ihrer Erhaltung bestehen, erhalten und waldbaulich behandelt werden sollen.

Priorisierung nach Effektivität und Aufwand: mittel, da entsprechende Biotoptypen als CO₂-Senken (Humusanreicherung im Oberboden und im Bestand) wirken können.

Zeithorizont: langfristig

Forschungsbedarf: im Vergleich zu anderen Themen gering, da bereits umfangreiche Forschungstätigkeit vorhanden ist.

3.2.3.7 Einzubeziehende Akteure in den Anpassungsprozess

- Naturschutzbehörden,
- Forstbehörden,
- Waldbesitzer-Verbände, forstliche Betriebe, Privatwald- und Kommunalwald-Besitzer,
- Kommunen, Wassergewinnungsverbände,
- Naturschutzverbände und Fachverbände für bestimmte Artengruppen,
- Bodenschutz-, Wasserwirtschaftsbehörden.

3.2.3.8 Gesetzliche oder verwaltungstechnische Voraussetzungen für die Umsetzung

Der Ausbau der Naturschutzberatung für Land- und Forstwirtschaft ist ein fachlicher Schwerpunkt der Naturschutzstrategie BW 2020. Dies schafft die verwaltungstechnischen Voraussetzungen für die Erreichung der Naturschutzziele in der Fläche und soll durch die enge Zusammenarbeit der Naturschutzverwaltung mit der Landwirtschaftsverwaltung und dem Landesbetrieb ForstBW erfolgen. Sie sollen in gemeinsamer Verantwortung Landwirte bzw. Waldbewirtschafter beraten, wie diese auf freiwilliger Basis Naturschutzbelange in ihre Betriebsabläufe integrieren können. Hierzu muss die Kompetenz der Fachverwaltungen im jeweils anderen Bereich ausgebaut werden.

3.2.3.9 Ökonomische Aspekte der Anpassung (Kosten, vermeidbare Kosten)

Bei der Entwicklung von naturnahen, unbewirtschafteten Wäldern entstehen verschiedenartige Kosten bzw. Mindereinnahmen. Allerdings stehen diesen Einsparungen gegenüber sowie

vielfältige Nutzen. Zu den Kosten zählen im Wesentlichen mögliche Mindereinnahmen durch einen teilweisen oder vollständigen Ausfall von Erlösen aus dem Holzverkauf.

Als Saldo ergibt sich ein Finanzierungsbedarf, dem der Wert der ökosystemaren Leistungen von Naturwald im Vergleich zu Nutzwald entgegensteht: z. B. Bindung und Speicherung von CO₂, Wasserrückhaltung und Filterung, hoher Erlebnis- und Erholungswert, Erhaltung von Arten. Messungen im Nationalpark Hainich demonstrieren, wie langfristig wirkungsvoll die Aufgabe der Waldnutzung sowohl hohe C-Vorräte als auch hohe C-Aufnahmeraten erhält. Der ungenutzte 250-jährige Buchenmischwald in der Kernzone des Nationalparks weist über 30 % höhere C-Vorräte in Biomasse und Boden sowie höhere Totholzvorräte auf als benachbarte bewirtschaftete Buchenwälder – ein Unterschied von 86 bis 100 t C/ha (1 t C entspricht 3,7 t CO₂) (Mund 2004).

Bei der Berechnung des monetären Wertes naturnaher Wälder werden die vermiedenen marginalen Schadenskosten (70 € / t CO₂, nach UBA 2008) zu Grunde gelegt. Es ergibt sich somit ein monetärer Wert der Kohlenstofffixierung für einen 250-jährigen Naturwald von 89 – 103,6 € / ha und Jahr.

Nicht zu unterschätzen ist der Wert naturnaher Wälder für den Wasserschutz und die Trinkwasserversorgung (Filterfunktion, Grundwasserbildung etc.). Die Leistungen des Waldes in Baden-Württemberg für den Wasserschutz wurden mit mindestens 35 Euro pro Hektar und Jahr berechnet (MLR 2001).

Mehrere Waldtypen werden voraussichtlich starken Belastungen durch den Klimawandel ausgesetzt sein. Aus naturschutzfachlicher Sicht sind die Wald-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie und die gefährdeten Wald-Biotoptypen der Roten Liste vorrangig zu erhalten, die meist als hoch sensitiv eingeschätzt werden. So sind z. B. Moorwälder und Bruch-, Sumpf- und Auwälder sowohl sehr sensitiv gegenüber dem Klimawandel als auch meist nach der Roten Liste Biotoptypen bereits stark gefährdet oder gefährdet. Daher sind klimasensitive Wald-Lebensräume zu schützen. Gefährdete Wald-Biotoptypen und Wald-FFH-Lebensraumtypen sollten besonders in forstlichen Planungen und Betriebszielen berücksichtigt werden. Die Entwicklung und aktive Förderung von west- und südwesteuropäischen Wald-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie, deren klimatisch geeigneter Raum sich nach Deutschland ausdehnen wird, erscheint anstrebenswert. Zur Sicherung der Lebensräume von gefährdeten Wald-Arten sollte ein Alt- und Totholzkonzept nicht nur im Staatswald, sondern auch im Kommunal-, Körperschafts- und Privatwald verwirklicht werden.

3.3 Vulnerabilität von Arten und Lebensräumen in Schutzgebieten und der Normallandschaft

Die folgenden Ausführungen haben das allgemeine Anpassungsziel:

Stärkung des Schutzgebietssystems und des Biotopverbunds, mit dem Ziel, die Durchgängigkeit der Landschaft zu erhöhen und die Ausbreitung von Arten in klimatisch zusagende Räume zu fördern.

Hierzu dienen zwei **Maßnahmen**:

- Schutzgebiete als Kernflächen des Biotopverbunds erhalten.
- Aspekte des Klimawandels bei der landesweiten Biotopverbundplanung berücksichtigen.

Der Aufbau effektiver Biotopverbundsysteme kann für einen Teil der Arten die Folgen des Klimawandels abmildern. Um eine geographische Anpassung der Verbreitungsgebiete von Arten zu fördern, müssen Wandermöglichkeiten durch die Vernetzung und Vergrößerung von Habitaten geschaffen werden. Lebensräume mit einer hohen Artenvielfalt oder mit gefährdeten oder sensiblen Arten sollten in einem hochwertigen Zustand erhalten oder wiederhergestellt werden, was entsprechend angepasste Nutzungen oder Pflege erfordert. Schutzgebiete als Kernflächen des Biotopverbunds sind daher besonders wichtig. Die Ausweisung und Entwicklung naturschutzfachlich wertvoller Flächen, die als Verbundachsen und Trittsteine fungieren, ist ein wichtiger Aspekt der Förderung des Biotopverbunds. Die Stärkung der Möglichkeiten zur Planung und Umsetzung des Biotopverbunds auf gemeindlicher Ebene ist ebenfalls ein wichtiger Aspekt.

Der Biotopverbund, seine Aufgaben und Instrumente, sind in Art. 20 und 21 BNatSchG gesetzlich festgelegt: Nach § 20 Bundesnaturschutzgesetz *wird ein Netz verbundener Biotope (Biotopverbund) geschaffen, das mindestens zehn Prozent der Fläche eines jeden Landes umfassen soll.*

Hierzu können Teile von Natur und Landschaft geschützt werden, z. B. als Naturschutzgebiet, Nationalpark oder als Nationales Naturmonument oder Biosphärenreservat, aber auch als Landschaftsschutzgebiet, Naturpark, Naturdenkmal oder als geschützter Landschaftsbestandteil. Diese Schutzgebietskategorien sind, soweit sie geeignet sind, Bestandteile des Biotopverbunds.

Im § 21 des Bundesnaturschutzgesetzes wird der Biotopverbund behandelt. Demnach dient der Biotopverbund *„der dauerhaften Sicherung der Populationen wild lebender Tiere und Pflanzen einschließlich ihrer Lebensstätten, Biotope und Lebensgemeinschaften sowie der Bewahrung, Wiederherstellung und Entwicklung funktionsfähiger ökologischer Wechselbeziehungen. Er soll auch zur Verbesserung des Zusammenhangs des Netzes "Natura 2000" beitragen.“*

Gemäß §21 (3) des BNatSchG besteht der Biotopverbund aus Kernflächen, Verbindungsflächen und Verbindungselementen. Bestandteile des Biotopverbunds können die Schutzgebietstypen sein, wenn sie zur Erreichung des in Absatz 1 genannten Zieles (nämlich der *„dauerhaften Sicherung der Populationen wild lebender Tiere und Pflanzen einschließlich ihrer Lebensstätten, Biotope und Lebensgemeinschaften sowie der Bewahrung, Wiederherstellung und Entwicklung funktionsfähiger ökologischer Wechselbeziehungen“*) geeignet sind.

Dies bedeutet einerseits, dass über die Schutzgebietstypen hinaus auch weitere Ausschnitte aus Natur und Landschaft als Verbindungsflächen und Verbindungselemente des Biotopverbundes möglich sind (soweit zur Erreichung der Ziele geeignet), andererseits dass auch Schutzgebiete für den Biotopverbund geeignet sein müssen.

Daher werden im Folgenden für das Anpassungsziel einerseits die Kernflächen (v. a. NSG und das Natura 2000-System) behandelt, andererseits der Biotopverbund in der Normallandschaft (zwischen diesen Kernflächen). Biotopverbund in der Normallandschaft nützt v. a. ausbreitungsfähigen Arten. Viele Arten in Schutzgebieten sind dagegen relativ ausbreitungsschwach und auf die Aufrechterhaltung der Standortbedingungen angewiesen.

Aus biogeographischer Sicht sind nach dem Konzept von Hampe & Petit (2005) bei der Verlagerung von Verbreitungsgebieten zwei unterschiedliche Aspekte zu beachten, die auch für praktische Maßnahmen der Klimaanpassung wichtig sind. Geht man von sich von Süden nach

Norden verschiebenden Verbreitungsgebieten von Arten in Mitteleuropa durch den Klimawandel aus, so gibt es eine „Vorderfront“ („leading edge“) des Verbreitungsgebiets (nördlicher Arealrand) und eine „Rückfront“ („rear edge“) des Verbreitungsgebiets (südlicher Arealrand).

(Sub)-Mediterrane Arten oder Arten, die nur im Süden Deutschlands verbreitet sind, verlagern durch den Klimawandel ihre Areal nach Norden (z. B. Feuerlibelle, Bienenfresser etc.): der Nordrand ihres Verbreitungsgebiets ist durch Prozesse wie Langstrecken-Ausbreitung (einzelne Individuen siedeln sich mit Vorposten weit nördlich des bisherigen Areals an) und hohes Populationswachstum (in den neu besiedelten Gebieten) gekennzeichnet (Hampe & Petit 2005). Für diese Arten sind der Biotopverbund und die Erhöhung der Konnektivität der Normallandschaft eine sinnvolle Strategie, die Ausbreitung nach Norden und die Klimaanpassung zu unterstützen.

Arten mit „borealer“ oder „arktisch-alpiner“ Verbreitung befinden sich in Deutschland und Baden-Württemberg dagegen an der „Rückfront“ (südlicher Arealrand) ihres Verbreitungsgebiets. Diese Arten sind durch lokale Anpassungen und Stabilität von Populationen gekennzeichnet (Hampe & Petit 2005), z. B. „Eiszeit-Relikte“, die an spezifischen Standorten überdauert haben. Für diese Arten sind die Aufrechterhaltung der Standortbedingungen und – unter dem Aspekt von Anpassungen an den Klimawandel – auch die gezielte Pflege spezifischer Habitats sowie sonstige populationsstützende Maßnahmen (z. B. Renaturierung von Mooren; Wiederherstellung natürlicher Standortbedingungen, etc.) vorrangig geeignet.

In vielen Fällen trifft das Konzept von Hampe & Petit (2005) auf die beiden folgenden Punkte zu (Biotopverbund in der Normallandschaft: Verbesserung der Konnektivität für „leading edge“-Arten; Schutzgebiete: Erhaltung und Wiederherstellung, Pflege und Stützungsmaßnahmen für „rear edge“-Arten), und kann dabei helfen, Ziele und Maßnahmen zu strukturieren.

3.3.1 Vulnerabilität von Arten und Lebensräumen der Normallandschaft

3.3.1.1 Beschreibung der Vulnerabilität

Eine Vielzahl von Arten ist darauf angewiesen, ihre Verbreitung künftig in klimatisch geeignete Räume zu verlagern. Dies trifft v. a. auf sensitive gefährdete Arten zu, die meist spezielle Lebensräume (z. B. sehr trockene oder sehr nasse Lebensräume, sehr nährstoffarme Böden, mikroklimatisch kühl-feuchte Räume) besiedeln. Erschwerend kommt hinzu, dass die beobachtete Ausbreitungsgeschwindigkeit vieler Arten, v. a. sensitiver gefährdeter Arten, deutlich geringer ist (meist um eine Größenordnung) als die Ausbreitungsgeschwindigkeit, die nötig wäre, um mit dem Klimawandel und der hierdurch bedingten Verlagerung von klimatisch geeigneten Räumen Schritt zu halten (vgl. Kap. 4.1.3.1 und die dort zitierten Quellen).

Laut Naturschutzstrategie BW 2020 können mit dem vorhandenen Schutzgebietssystem lediglich 30 – 40 % der heimischen Arten in überlebensfähigen Populationen erhalten werden, d. h. für ca. 60 – 70 % der heimischen Arten sind Schutzgebiete allein nicht das optimale oder ausreichende Instrument zur langfristigen Sicherung der Vorkommen. Hier setzt der Biotopverbund an.

Eine Erwärmung um 1° C in Europa entspricht etwa einer 150 km Verschiebung nach Norden (Watson et al. 1998). Wenn Arten beispielsweise bei 7,5° C Jahresmitteltemperatur derzeit ihr Optimum (z. B. Schwäbische Alb) haben, müssten sie bei einer projizierten Erhöhung der

Jahresmitteltemperatur um 3,4° C (Schwäbische Alb, Durchschnittswert der Klima-Projektionen) zu einer Verschiebung ihres Verbreitungsgebiets bis 2071 – 2100 um ca. 510 km nach Norden in der Lage sein, um dieses Optimum zu halten. Arten, die jetzt in Odenwald, Spessart und Südrhön bei einem Jahresmittel von 9,1° C ihr Optimum hätten, müssten sich um 450 km nach Norden verlagern (Differenz zu jetzt 3,0° C (Odenwald, ferne Zukunft). Details für die Temperatur-Differenzen der Jahresmittelwerte je nach Hauptnaturreaum finden sich in Kap. 6.2.2.

In Kap. 6.2.3, sind zusammenfassende Grafiken für die Hauptnaturräume und Hauptgruppen der Biotoptypen dargestellt. Dabei sind die Hauptgruppen der Biotoptypen mit den Ziffern 1 bis 15 nummeriert.

Die als relativ unempfindlich identifizierten Biotophaupttypen (Benennung gemäß shape-Datei Biotopkartierung, vgl. Tabelle 39) zeigen **in naher Zukunft** über alle Naturräume 3. Ordnung hinweg ein ähnliches Vulnerabilitätsverhalten.

- gering vulnerabel : Die Haupttypen 2 (Feldhecken, Feldgehölze), 3 (Felsbildungen, Block-, Schutt- und Geröllhalden, Höhlen, Dolinen, Binnendünen, Lehm- und Lösswände), 5 (Hohlwege, Trockenmauern, Steinriegel), 12 (Strukturreiche Waldränder) und 13 (Tobel und Klingen im Wald, Kare und Toteislöcher im Wald mit naturnaher Begleitvegetation) sind voraussichtlich in fast allen Hauptnaturräumen als gering vulnerabel einzustufen.
- Deutliche Unterschiede: Bei den anderen Biotophaupttypen variiert die Vulnerabilität dagegen deutlich zwischen den Hauptnaturräumen (z. B. Typ 7: Naturnahe Bruch-, Sumpf-, Auwälder).

In ferner Zukunft finden sich ebenfalls Biotoptypen mit ähnlicher Einschätzung der Vulnerabilität über alle Hauptnaturräume hinweg.

- Hoch vulnerabel: So müssen die Biotophaupttypen 1 (Altarme, natürliche und naturnahe Bereiche stehender Binnengewässer einschließlich ihrer Ufer (einschließlich des Bodensees), Moorgewässer), 7 (Naturnahe Bruch-, Sumpf-, Auwälder), 8 (Naturnahe Schlucht-, Blockhalden- und Hangschuttwälder, regional seltene naturnahe Waldgesellschaften), 11 (Streuwiesen, seggen- und binsenreiche Nasswiesen) und 12 (Strukturreiche Waldränder) in ferner Zukunft alle als hoch vulnerabel gelten.
- Mittel vulnerabel: Die Biotophaupttypen 2 (Feldhecken, Feldgehölze), 5 (Hohlwege, Trockenmauern, Steinriegel) und 13 (Tobel und Klingen im Wald, Kare und Toteislöcher im Wald mit naturnaher Begleitvegetation) zeigen mittlere Vulnerabilität.

Auffallend ist dagegen das Südliche Oberrhein-Tiefland. Als einziger Hauptnaturreaum beinhaltet er auch in ferner Zukunft noch gering vulnerable Biotoptypen. Da auch hier alle Biotophaupttypen vertreten sind, liegt der Grund für diese Abweichung in den relativ geringen Änderungen dieses Naturraums im Verhältnis zum Ist-Zustand. In den Hauptnaturräumen Schwarzwald und Voralpines Hügel- und Moorland sind dagegen die meisten Biotophaupttypen hoch vulnerabel, hier dürfte die relative Veränderung gegenüber dem Ist-Zustand am stärksten ausfallen.

Durch die Verwendung der Hauptnaturräume als Raumbezug für die Zuweisung der Klimadaten ist die Exposition innerhalb eines Hauptnaturreaums einheitlich. Die Unterschiede im Vulnerabilitätsgrad der in einem Hauptnaturreaum auftretenden Biotoptypen zeigen daher deren unterschiedliche Sensitivität auf die klimatischen Veränderungen.

In naher Zukunft sollte ein besonderes Augenmerk:

- auf die größtenteils bereits mittel vulnerablen Biotophaupttypen 1 (das sind Altarme, natürliche und naturnahe Bereiche stehender Binnengewässer einschließlich ihrer Ufer (einschließlich des Bodensees), Moorgewässer) und
- Biotophaupttypen 10 (das sind Quellbereiche, natürliche und naturnahe Bereiche fließender Binnengewässer einschließlich ihrer Ufer, regelmäßig überschwemmte Bereiche) gelegt werden.

Da alle Vulnerabilitätsberechnungen auf der Mitteltemperatur als Wirkfaktor basieren, sollte vor allem dem Faktor Temperatur bei der Entwicklung von Schutzmaßnahmen Rechnung getragen werden (z. B. durch Erhaltung bzw. Wiederherstellung des beschattenden Baumbestandes an Quellstandorten, Bächen etc.). In ferner Zukunft müssen die meisten Biotoptypen als hoch vulnerabel angesehen werden. Die Hauptnaturräume mit der größten Veränderung variieren dabei im Laufe der Zeit. So stellt der Schwarzwald in naher Zukunft noch einen Bereich moderater Veränderungen dar, ist aber auf lange Sicht einer der anfälligsten Hauptnaturräume.

Mit dem gewählten Verfahren zur Einschätzung der Vulnerabilität der Biotoptypen wird in naher Zukunft (2021 – 2050, bei Bezug auf die Mediane Ist-Zustand und Projektionen) noch kein Biotoptyp als hoch vulnerabel eingestuft. Ein besonders hoher Anteil an gering vulnerablen Biotopen zeigt sich im Südlichen und Nördlichen Oberrhein-Tiefland. Im fränkischen Keuper-Lias-Land und dem voralpinen Hügel- und Moorland weist dagegen bereits in naher Zukunft mehr als die Hälfte der Biotopflächen mittlere Vulnerabilität auf. In ferner Zukunft besitzt das südliche Oberrhein-Tiefland als einziger Hauptnaturraum noch immer einen Restanteil an gering vulnerablen Biotopen, in allen anderen Hauptnaturräumen dominieren hoch vulnerable Biotope. Die in naher Zukunft noch größtenteils gering vulnerablen Biotope im nördlichen Oberrhein-Tiefland gehören 2071 – 2100 bereits zu den stark betroffenen Gebieten. Der Schwarzwald stellt in der fernen Zukunft den Hauptnaturraum mit dem größten Anteil (85 % Flächenanteil) hoch vulnerabler Biotope dar, gefolgt vom Voralpinen Hügel- und Moorland (83 % Flächenanteil). Dabei ist die Vulnerabilität je nach Biotoptyp unterschiedlich. Für eine diesbezügliche Auswertung wurden die Biotophaupttypen (Tabelle 39) verwendet. Die Ergebnisse sind in Abbildung 13 bis Abbildung 61 als Grafiken dargestellt (siehe Anhang Materialien).

Eine flächenkonkrete Kartendarstellung der Ergebnisse für die einzelnen Hauptnaturräume ist aufgrund der Datenfülle und der Kleinflächigkeit der kartierten Biotope im Darstellungsmaßstab einer DIN-A4-Seite nicht möglich. Für jeden Hauptnaturraum wurden hierbei die Flächenanteile der Biotope, getrennt nach Vulnerabilität in naher und ferner Zukunft, aufsummiert und zwischen den Medianen (p50-Werte) und den 85 %-Perzentilen („worst case“-Betrachtung“) unterschieden.

Auf Basis der Roten Liste Biotoptypen Baden-Württembergs, die 256 eingestufte Typen umfasst (ohne technische Biotoptypen), und der Sensitivitätsanalysen des Bundesamts für Naturschutz für die FFH-Lebensraumtypen Deutschlands wurde für alle Biotoptypen Baden-Württembergs eine dreistufige Einschätzung der Sensitivität (1: gering, 2: mittel, 3: hoch) gegenüber dem Klimawandel erstellt. Die voraussichtlichen Änderungen der Jahresmitteltemperatur zwischen Ist-Zustand und den Projektionen für nahe und ferne Zukunft wurden ebenfalls dreistufig bewertet und in geringe Änderung (bis zwei Grad), mittlere (bis 3 Grad) und hohe (mehr als 3 Grad) Änderung eingeteilt und diese Exposition ebenfalls dreistufig bewertet (1: gering, 2: mittel, 3: hoch).

Mit Hilfe der unten stehenden Bewertungsmatrix wurde aus der Kombination von Sensitivität und Exposition die Vulnerabilität der Biotope ebenfalls dreistufig bewertet (mit zwei Zwischenstufen).

Für die Darstellung der Flächenanteile gering, mittel und hoch vulnerabler Biotope in den Naturräumen Baden-Württembergs wurden die Daten des Moor-Katasters und der Biotopkartierung ausgewertet und die Anteile der so bewerteten Biotopfläche an der Gesamtfläche der Biotope pro Naturraum berechnet und dargestellt. Die Karten wurden für die Projektionen der zu erwartenden durchschnittlichen Veränderung (50%-Perzentil, p50-Werte) und für den „worst-case“-Fall (85%-Perzentil, p85-Werte) erstellt.

Tabelle 16: Vulnerabilität der Biotope als Funktion von Sensitivität und Exposition: verbale Einstufung

Die Vulnerabilität eines Biotops (Zellen in der Tabelle) ergibt sich aus einer Bewertungsmatrix, wobei die jeweils dreistufige Sensitivität und Exposition die Eingangsgröße (Zeilen und Spalten) darstellt.

Exposition gegenüber Klimafaktoren (v.a. Temperatur)					
Sensitivität	1: gering	1,5: gering-mittel	2: mittel	2,5: mittel-hoch	3: hoch
1 gering	2	2,5	3	3,5	4
1,5 gering-mittel	2,5	3	3,5	4	4,5
2 mittel	3	3,5	4	4,5	5
2,5 mittel-hoch	3,5	4	4,5	5	5,5
3 hoch	4	4,5	5	5,5	6

Vulnerabilität	2 bis 3,5: gering	4 bis 4,5 mittel	5 bis 6: hoch
----------------	-------------------	------------------	---------------

Die Werte in der Tabelle für die Vulnerabilität entstehen durch Addition der Werte für Sensitivität und Exposition: Ein Biotoptyp mit geringer Sensitivität (=1), der in einem Naturraum einer hohen Exposition der Temperaturveränderung ausgesetzt ist (=3), bekommt eine mittlere Vulnerabilität (4=1+3). In der Bewertung „geringe Sensitivität“ sind die Biotoptypen eingestuft, bei denen ein geringes Risiko gegenüber nachteiligen Veränderungen wahrscheinlich ist. Dies umfasst auch Biotoptypen, die möglicherweise durch den Klimawandel gefördert werden. Diese Einstufung beruht auf den verwendeten Grundlagen der Literatur (v. a. Petermann et al. 2007).

In naher Zukunft überwiegen in allen Hauptnaturräumen die gering vulnerablen Biotope. Biotope mittlerer Vulnerabilität umfassen zwischen 13 % und 57 % der Fläche der Biotope pro Hauptnaturraum. In den Naturräumen Schwarzwald, Schwäbisches Keuper-Lias-Land und Necker- und Tauber-Gäuplatten weisen ca. 30 % der Biotopflächen eine mittlere Vulnerabilität auf, während im Voralpinen Hügel- und Moorland oder dem Fränkisches Keuper-Lias-Land dies über 50 % der Biotopfläche sind.

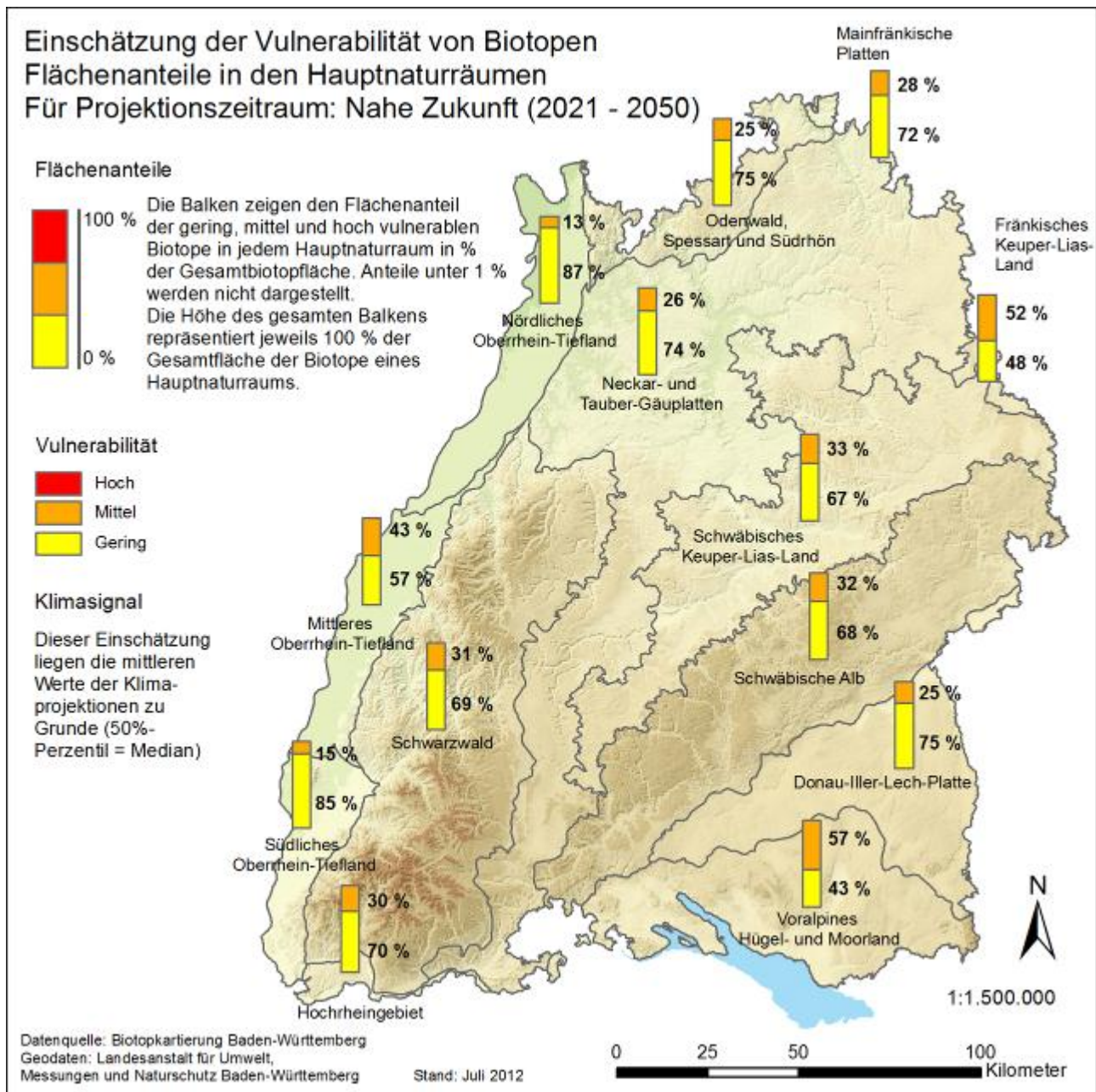


Abbildung 9: Flächenanteile der gering-, mittel-, und hochvulnerablen Biotope in den Hauptnaturräumen in naher Zukunft

Bezug: Mediane (=50 %-Perzentil, p50-Werte)

In ferner Zukunft besitzt das südliche Oberrhein-Tiefland als einziger Hauptnaturraum einen Restanteil an gering vulnerablen Biotopen. In allen anderen Hauptnaturräumen treten gering vulnerable Biotope nicht mehr auf, sondern die hoch vulnerablen Biotope dominieren die Flächenanteile (zwischen 27 und 85 %). Besonders hohe Flächenanteile (über 80 %) hoch vulnerabler Biotope treten in den Naturräumen mittleres Oberrhein-Tiefland, Schwarzwald, Voralpines Hügel- und Moorland und Donau-Iller-Lech-Platte auf. In den übrigen Naturräumen liegen die Flächenanteile stark vulnerabler Biotope bei 50 bis 80 %, nur im Naturraum Südliches Oberrhein-Tiefland sind es mit 27 % vergleichsweise geringe Flächenanteile. Die Karten der Abbildung 8 und 9 zeigen die deutlichen Veränderungen, denen in der fernen Zukunft alle Naturräume Baden-Württembergs ausgesetzt sein werden.

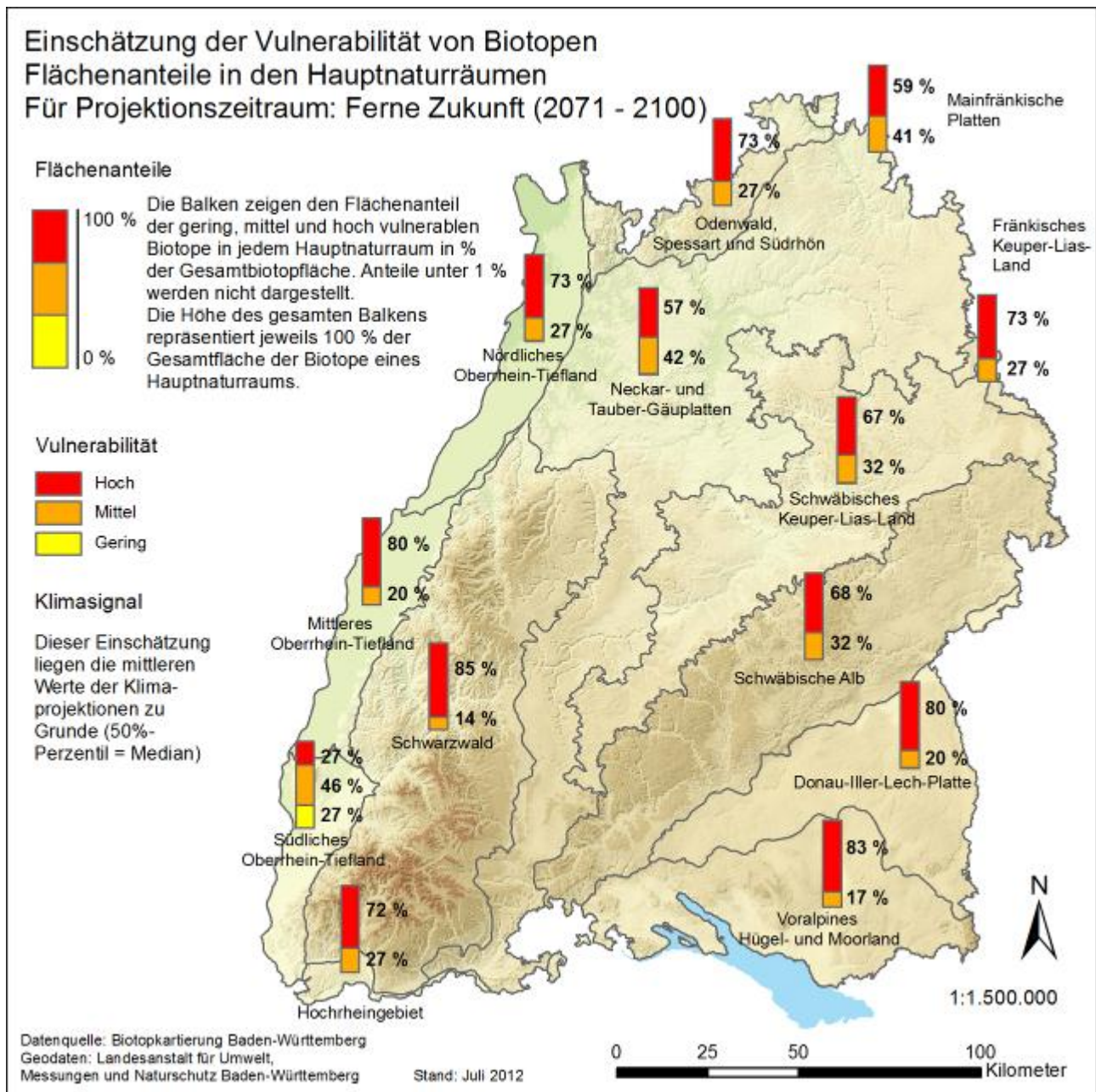


Abbildung 10: Flächenanteile der gering-, mittel-, und hochvulnerablen Biotope in den Hauptnaturräumen in ferner Zukunft

Bezug: Mediane (=50 %-Perzentil, p50-Werte) Im Gegensatz zu den voran dargestellten durchschnittlichen Werten (Medianen) ist bei der Einschätzung der Vulnerabilität von Biotopen nach dem „worst-case“-Fall (den 85 %-Perzentilen der Klima-Projektionen) für die nahe Zukunft eine deutliche Verschärfung der Situation feststellbar: In den meisten Hauptnaturräumen machen die Flächenanteile der Biotope von mittlerer Vulnerabilität deutliche Anteile aus, in vielen Naturräumen sind auch große Anteile hoch vulnerabler Biotope vorhanden. Gering vulnerable Biotope sind im „worst-case“-Fall voraussichtlich in den meisten Hauptnaturräumen nur noch zu weniger als einem Drittel der Flächenanteile vorhanden. Nur in zwei Naturräumen (Nördliches Oberrhein-Tiefeland; Odenwald, Spessart und Südrhön) sind keine hoch vulnerablen Flächenanteile in der nahen Zukunft vorhanden.

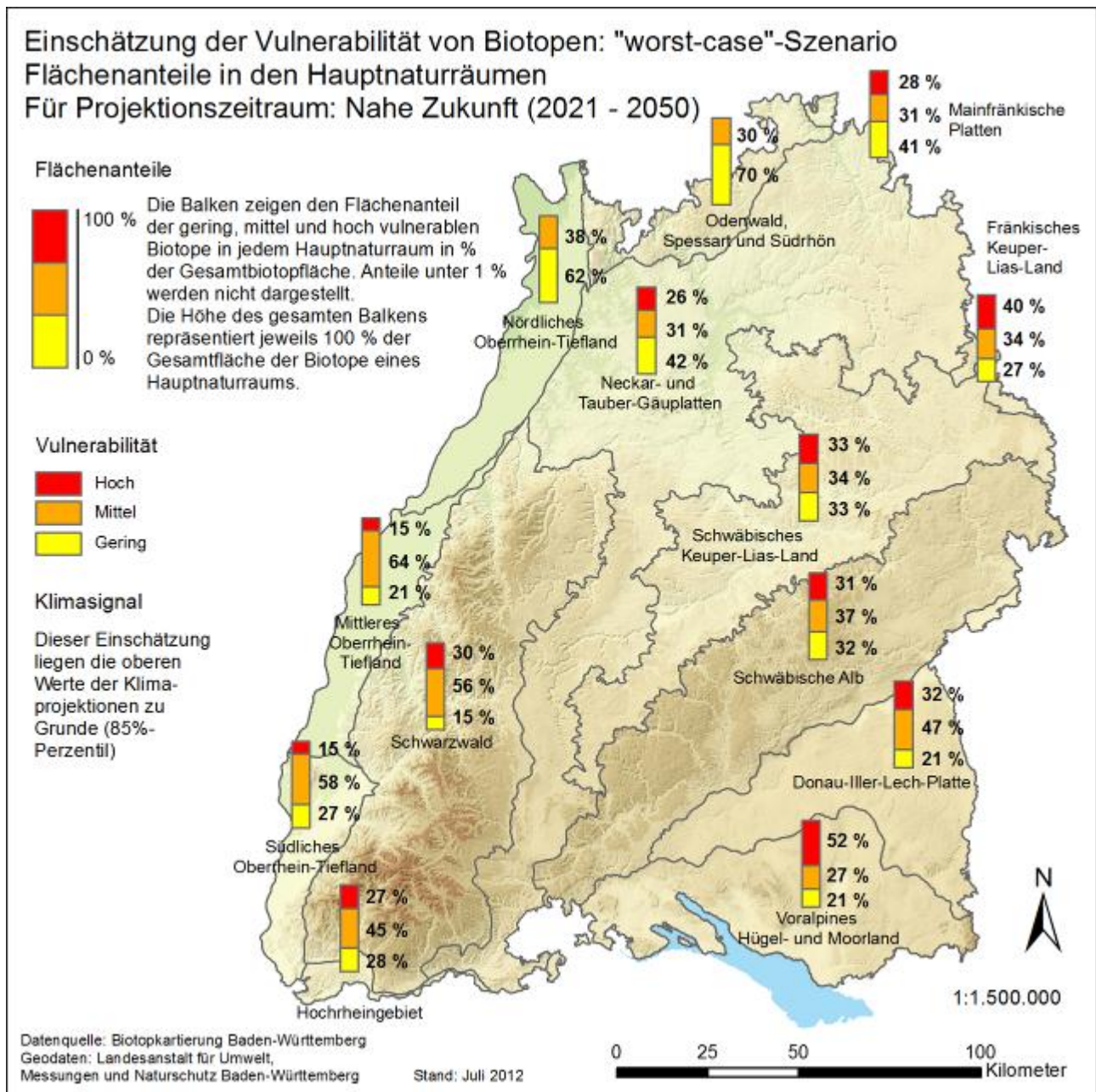


Abbildung 11: Flächenanteile der gering-, mittel-, und hochvulnerablen Biotope in den Hauptnaturräumen in naher Zukunft

Bezug: 85 %-Perzentile (p85-Werte)

Bei der Einschätzung der Vulnerabilität von Biotopen nach dem „worst-case“-Fall für die ferne Zukunft (85 %-Perzentilen) ist (im Gegensatz zu den voran dargestellten Projektionen) eine weitere deutliche Verschärfung der Situation feststellbar: Nur in zwei Hauptnaturräumen gibt es noch Flächenanteile von Biotopen mittlerer Vulnerabilität, in allen übrigen Hauptnaturräumen liegen zu 100 % hoch vulnerable Biotope vor. Grund ist die massive Temperaturerhöhung in der fernen Zukunft, die nach der obigen Bewertungsmatrix dazu führt, dass die Exposition (Temperatur-Unterschied der 85 %-Perzentile gegenüber dem Median des Ist-Zustandes) als „hoch“ zu bewerten ist und damit alle Biototypen mittlerer und hoher Sensitivität als hoch vulnerabel einzuschätzen sind.

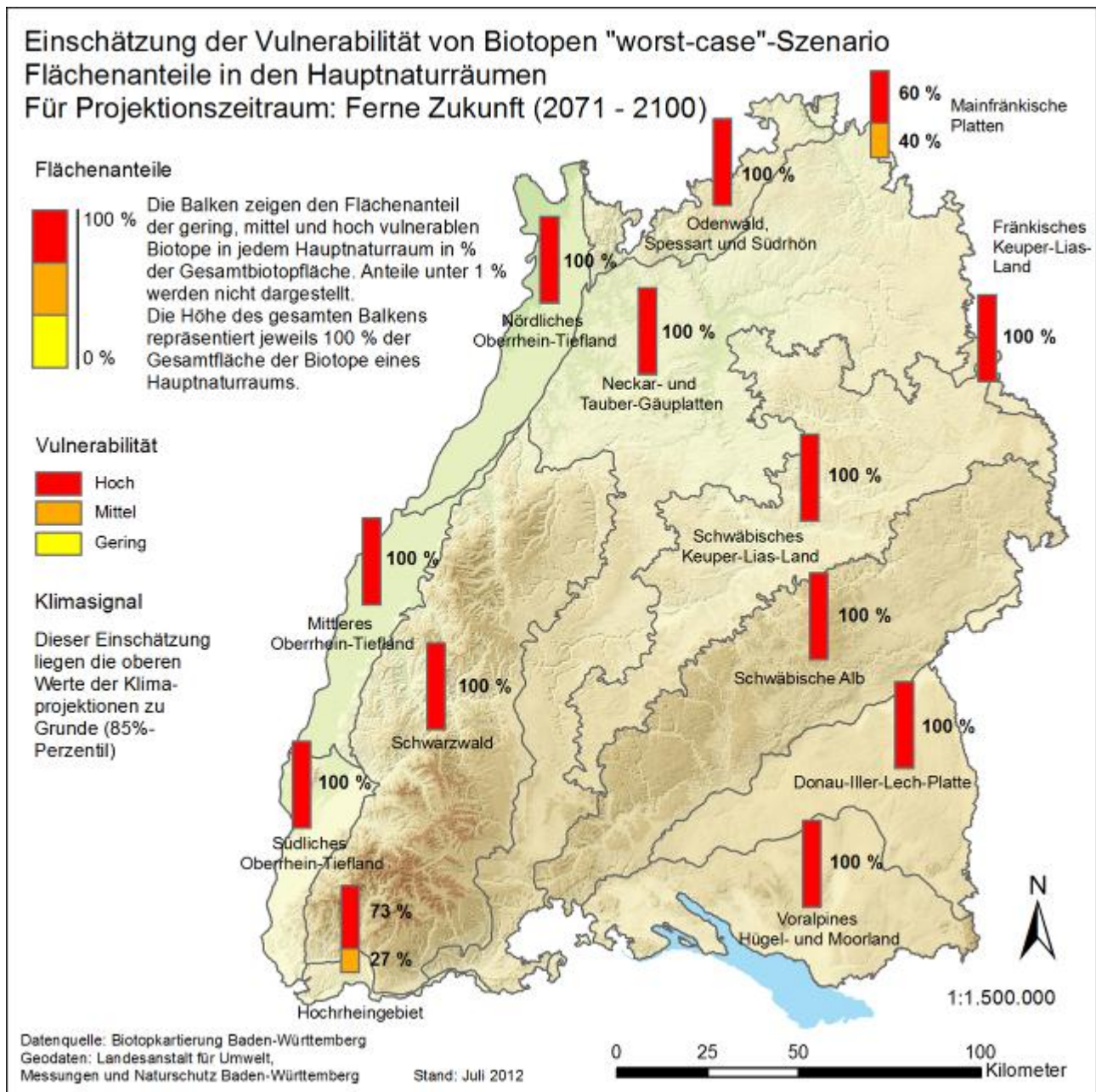


Abbildung 12: Flächenanteile der gering-, mittel-, und hochvulnerablen Biotope in den Hauptnaturräumen in ferner Zukunft

Bezug: 85 %-Perzentile (p85-Werte)

Für die nahe Zukunft wird – bei Bezug auf die p50-Werte im Ist-Zustand und den Projektionen – angenommen, dass ein Teil der Biotophaupttypen (Nr. 2, 3, 5, 9, 11, 12, 13, 15) noch gering vulnerabel ist. Vor allem von den Haupttypen 1 (Altarme, natürliche und naturnahe Bereiche stehender Binnengewässer einschließlich ihrer Ufer (einschließlich des Bodensees), Moorgewässer) und 10 (Quellbereiche, natürliche und naturnahe Bereiche fließender Binnengewässer einschließlich ihrer Ufer, regelmäßig überschwemmte Bereiche) sind zu dieser Zeit schon große Flächenanteile mittel vulnerabel. In ferner Zukunft sind fast alle Biotoptypen stark vom Klimawandel beeinträchtigt. Lediglich die relativ unempfindlichen Typen 2 (Feldhecken, Feldgehölze), 5 (Hohlwege, Trockenmauern, Steinriegel) und 13 (Tobel und Klingen im Wald, Kare und Toteislöcher im Wald mit naturnaher Begleitvegetation) gelten noch als mittel vulnerabel.

Die Vulnerabilität differiert je nach Biotophaupttyp und Hauptnaturraum. Generalisiert wird sie als mittel eingeschätzt.

Bezug: Mediane (=50 %-Perzentil, p50-Werte)

Eine Auswertung der Flächenanteile der gering, mittel und hoch vulnerablen Biotope je nach Biotophaupttyp zeigen die beiden folgenden Grafiken (Bezug p50-Werte, Mediane Ist-Zustand und Projektionen).

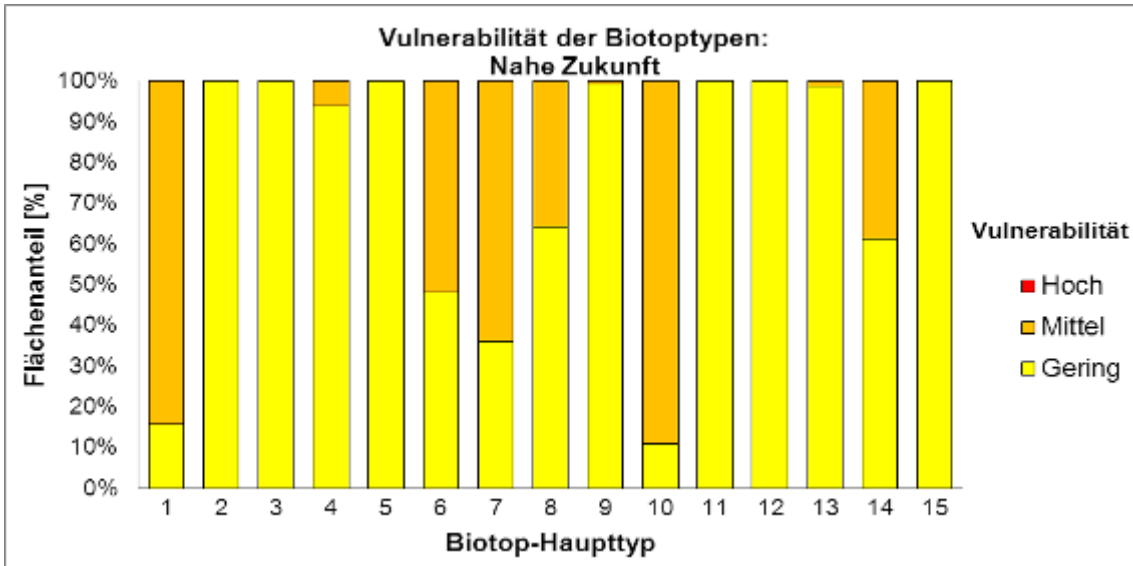


Abbildung 13: Vulnerabilität der Biotoptypen in naher Zukunft

Bezug p50-Werte, Mediane Ist-Zustand und Projektionen.

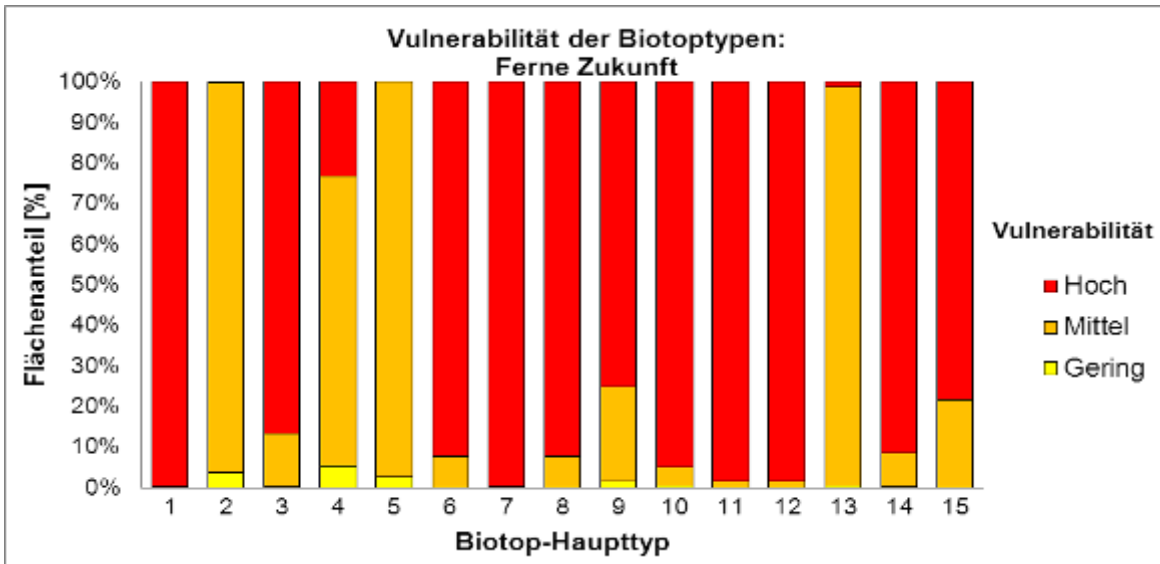


Abbildung 14: Vulnerabilität der Biotoptypen in ferner Zukunft

Bezug p50-Werte, Mediane Ist-Zustand und Projektionen.

Bei Bezug auf die p85-Werte der Projektionen verändert sich die Exposition fast überall in Baden-Württemberg auf hoch. Die Folge ist, dass die Flächenanteile der mittel und hoch vulnerablen Biotope stark ansteigen (siehe vorangegangene Grafiken).

3.3.1.2 Bewertung der Dringlichkeit

Der Klimawandel erhöht die Dringlichkeit der Maßnahmen zum Biotopverbund deutlich und zwingt zur beschleunigten Planung und Umsetzung entsprechender Maßnahmen. Die in der Naturschutzstrategie BW 2020 genannten Zeithorizonte sollten um mehrere Jahre deutlich nach vorne verlegt werden („den Biotopverbund bis 2020 auf mindestens 10 % der Landesfläche verwirklichen“, „bis 2015 unter Koordination der LUBW auf der Grundlage der landesweiten Konzeption Handreichungen für eine effiziente Umsetzung erarbeiten“, „die Umsetzung erfolgt stufenweise“). Es wird davon ausgegangen, dass das Ziel „die planerische Grundlage für den landesweiten Biotopverbund auf mindestens 10 % der Landesfläche bis Ende 2012 abschließen“, eingehalten wird.

Aufgrund von § 20 Abs. 1 und § 21 Bundesnaturschutzgesetz besteht die gesetzliche Verpflichtung, auf mindestens 10 % der Landesfläche einen Biotopverbund einzurichten. Diese gesetzliche Vorgabe besteht, unter wechselnden Paragraphen-Nummern in den diversen Aktualisierungen des BNatSchG, seit ca. zehn Jahren. Maßnahmen zur Verwirklichung des Biotopverbunds sind daher überfällig. Die Dringlichkeit wird daher als hoch eingeschätzt.

3.3.1.3 Ableitung von Anpassungserfordernissen

Aufgrund der Gesetzeslage (§ 20 Abs. 1 und § 21 Bundesnaturschutzgesetz) muss auf mindestens 10 % der Landesfläche ein Biotopverbund verwirklicht werden. Ziele und Maßnahmen zum Biotopverbund sind daher auch ohne die Problematik Klimawandel erforderlich, sie sind gesetzliche Verpflichtung. Der Klimawandel erhöht jedoch die Dringlichkeit der Maßnahmen zum Biotopverbund deutlich und zwingt zur beschleunigten Planung und Umsetzung entsprechender Maßnahmen.

Die in der Naturschutzstrategie BW 2020 genannten Ziele und Maßnahmen zur Planung und Umsetzung eines Biotopverbunds sind zur Aufrechterhaltung bzw. Verbesserung der biologischen Vielfalt im Lande zwingend erforderlich. In der folgenden Darstellung werden die grundlegenden Ziele (Zusammenfassung der Zielaussagen zum Biotopverbund gemäß Naturschutzstrategie BW 2020) eines landesweiten Biotopverbunds, die auch ohne Klimaanpassung notwendig sind, vorausgesetzt:

- Schaffung geeigneter Lebensbedingungen auch außerhalb von Schutzgebieten in der überwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzten Kulturlandschaft;
- Vorhalten netzartiger Biotopstrukturen für Wanderbewegungen der Arten und damit für den genetischen Austausch zwischen den Populationen;
- Herstellung der Voraussetzungen für die Ausbreitung und Wanderung der Arten. Hierzu zählen auch durchgängige Wildtierkorridore, da diese durch Verkehrswege, Siedlungen oder auch durch große, einheitlich genutzte Agrarflächen unterbrochen sind;
- Vernetzung der Lebensräume außerhalb von Schutzgebieten mit besonderer Bedeutung;
- Zur Sicherung einer Mindest-Lebensraumqualität der offenen Agrarlandschaft für Arten wie Feldhamster, Kiebitz, Feldlerche, Rebhuhn und Grauammer zusätzlich einen angemessenen Anteil von etwa 10 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche als „ökologische Vorrangflächen“ anstreben. Um dies zu erreichen, bietet das Land im Rahmen der Agrarumweltmaßnahmen

finanziell attraktive Maßnahmen an und berücksichtigt diese in der Fortschreibung des MEPL für 2014;

- Berücksichtigung des Generalwildwegeplans als Teil des Biotopverbunds, insbesondere Berücksichtigung der Wildtierkorridore bei allen zukünftigen Verkehrsplanungen;
- Die planerische Grundlage für den landesweiten Biotopverbund auf mindestens 10 % der Landesfläche bis Ende 2012 abschließen (landesweites Konzept: digitale Planungsgrundlage als Integration von Zielartenkonzept, Generalwildwegeplan und Hinweise der LUBW zum Biotopverbund);
- Den Biotopverbund stufenweise und Zug um Zug verwirklichen und in diesem Rahmen verstärkt Möglichkeiten für Wander- und Ausweichbewegungen der Arten sowie für dynamische Prozesse zur Klimaanpassung der Ökosysteme schaffen;
- Die 10 %-Flächenvorgabe mit einem Flächenmix aus dauerhaft gesicherten und zusätzlich für den Verbund als wichtig bewerteten Flächen sowie freiwilligen Maßnahmen umsetzen. Auch Ausgleichsmaßnahmen und Ökokontoflächen können in den Biotopverbund integriert werden;
- Für den Aufbau eines Biotopverbundes verstärkt das Instrument der Flurneueordnung einsetzen.

Der großräumig wirksame Biotopverbund wird von sehr vielen Autoren als ein wichtiges Instrument zur Unterstützung klimawandelbedingter Ausweichbewegungen von Pflanzen- und Tierarten bzw. -Populationen angesehen (vgl. Review von Heller & Zavaleta 2009, Review von Harvey et al. 2010). Gegenwärtige Biotopverbundplanungen erfolgen jedoch noch nicht explizit orientiert an den spezifischen Erfordernissen aufgrund des Klimawandels. Zum Erreichen einer entsprechenden Funktionalität des Biotopverbunds sind groß- und kleinräumige Aspekte bei der Planung zu berücksichtigen: großräumige Wanderungskorridore und kleinräumige Vielfalt an Standort-Bedingungen bzw. Ausstattung an geeigneten Biotopen.

Als Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel kommen einige Aspekte oder Schwerpunktsetzungen hinzu, die im Folgenden dargestellt werden.

3.3.1.4 Anpassungsziele

Laut Naturschutzstrategie BW 2020 soll der regionale Biotopverbund in der Landschaftsrahmenplanung konkretisiert werden, d. h. die Regionalverbände sollten den regionalen Biotopverbund in die Regionalpläne integrieren und ihn damit planungsrechtlich sichern. Der Biotopverbund soll dann über die unteren Naturschutzbehörden umgesetzt werden, unter anderem über eine Fokussierung der Kreispflegeprogramme auf die Verbundkulissen. Weiter soll die kommunale Biotopvernetzung auf freiwilliger Basis weiter entwickelt werden und an den landesweiten und regionalen Biotopverbundkonzepten sowie der Umsetzung europäischer Naturschutzrichtlinien ausgerichtet werden. Die finanzielle Förderung soll über die Landschaftspflegeleitlinie weitergeführt werden.

Der Aufbau effektiver Biotopverbundsysteme kann für einen Teil der Arten die Folgen des Klimawandels abmildern. Um eine geographische Anpassung der Verbreitungsgebiete von Arten zu fördern, müssen Wandermöglichkeiten durch die Vernetzung und Vergrößerung von Habitaten geschaffen werden. Lebensräume mit einer hohen Artenvielfalt oder als Habitate gefährdeter oder sensibler Arten sollten in einem hochwertigen Zustand erhalten oder wiederhergestellt werden, was entsprechend angepasste Nutzungen oder Pflege erfordert. Die

Ausweisung und Entwicklung naturschutzfachlich wertvoller Flächen, die als Verbundachsen und Trittsteine fungieren, ist ein wichtiger Aspekt der Förderung des Biotopverbunds.

Die Schutzgebiete des Natura 2000-Systems sollten mit nationalen Schutzgebieten (z. B. Naturschutzgebiete, flächenhafte Naturdenkmale, geschützte Landschaftsbestandteile, Biosphärenreservate und Nationalparke), aber auch mit weiteren FFH- oder Vogelschutzgebieten sowie mit FFH-Lebensraumtypen in der umgebenden Landschaft, die nicht in Schutzgebieten liegen, stärker räumlich und funktionell vernetzt werden.

Nach Ansicht mehrerer Autoren (z. B. Huntley 2007, Council of Europe 2008) ist die Neuschaffung, Regeneration, Erhaltung oder Wiederherstellung von „Trittsteinen“ in der Normallandschaft das (einzig) geeignete Mittel, die durch den Klimawandel erforderlichen Wanderungsbewegungen von Arten nach Norden oder in höhere Lagen zu unterstützen, da nur damit die schnelle Bereitstellung von Lebensräumen und Wanderkorridoren möglich ist.

Die Flächen zwischen Schutzgebieten des Natura 2000-Systems und sonstigen Schutzgebieten sollten so genutzt werden, dass sie für wandernde Arten durchlässig sind (Council of Europe 2008, und viele weitere Autoren). Das Schutzgebietssystem „Natura 2000“ bietet geeignete Rückzugs- und Anpassungsräume und auch nutzungsfreie Teilbereiche und leistet somit einen Beitrag zur Verringerung negativer Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität.

Anpassungsziele

- Stärkung des Schutzgebietssystems und des Biotopverbunds, um die Durchgängigkeit der Landschaft zu erhöhen und die Ausbreitung von Arten in klimatisch zusagende Räume zu fördern.

Hierzu dient die Maßnahme:

- Berücksichtigung der Aspekte des Klimawandels bei der landesweiten Biotopverbundplanung.

Vor dem Hintergrund einer hohen Fragmentierung der Landschaft bzw. von Lebensräumen und dem vorhandenen Flächenverbrauch für Siedlungsentwicklung und Infrastruktur sollten alle Möglichkeiten zur Reduktion des Flächenverbrauchs ausgeschöpft werden. Durch den Klimawandel erhöht sich der Bedarf an funktionierendem Biotopverbund, d. h. an Fläche für Naturschutzzwecke.

In Konflikt zu obigen Zielen stehen der Flächenbedarf zum Anbau nachwachsender Rohstoffe und der Ausbau von Biogasanlagen. Diese Entwicklungen erhöhen den Nutzungsdruck auf die Flächen und verringern die Chance auf Erhaltung und Neuschaffung von Grünland, Gewässern und kleinflächigen „Trittsteinen“ in der Normallandschaft.

Dringend notwendig ist, dass Klimaschutzmaßnahmen und der Ausbau von erneuerbaren Energien nachhaltig und sensibel erfolgen, d. h. dass umfangreiche Abstimmungen zwischen den einzelnen Fachbereichen der Landesverwaltung erfolgen müssen, um naturschutzfachliche Kriterien für den Ausbau erneuerbarer Energien und nachwachsender Rohstoffe zu entwickeln.

Negative Auswirkungen auf die biologische Vielfalt durch Klimaschutz-Maßnahmen wie Ausbau von erneuerbaren Energien und Anbau nachwachsender Rohstoffe müssen minimiert werden.

Angesichts der seit Jahren steigenden landwirtschaftlichen Erträge sollte überlegt werden, ob nicht eher Flächen aus der Nutzung genommen und für Naturschutzzwecke zur Verfügung gestellt

werden können. Die Nutzungsaufgabe oder die Extensivierung der Nutzung von Flächen in Talauen brächte z. B. viele positive Aspekte. Zum einen würde die biologische Wertigkeit dieser Gebiete erhöht und zugleich könnten sie als Retentionsräume bei Hochwasserereignissen genutzt werden (nach Beierkuhnlein & Foken 2008).

3.3.1.5 Anpassungsmaßnahmen

Die Ziele lassen sich wie folgt konkretisieren:

Berücksichtigung der Aspekte des Klimawandels bei der landesweiten Biotopverbundplanung

- Erstellung von landesweiten, regionalen oder naturräumlichen Biotopverbundplanungen unter besonderer Berücksichtigung von starken Höhengradienten auf kleinem Raum, von heterogenen Standortverhältnissen (Wechsel von feuchten und trockenen, nährstoffarmen und nährstoffreichen Standorten etc.) sowie eines heterogenen Reliefs (vielfältige Expositionsunterschiede) auf kurzen Wegen. Weiter sind die Vernetzungen zu nördlich gelegenen Bundesländern oder in höhere Lagen durch Verbindungsflächen und Verbindungselemente im Biotopverbund besonders zu berücksichtigen.
- Talräume und Auen als großräumige Vernetzungsachsen sind besonders zu berücksichtigen, um die Ausbreitungsmöglichkeiten von Arten in klimatisch zusagenden Räumen zu unterstützen. Empfehlenswert ist eine thematische Schwerpunktsetzung bei der landesweiten Konzeption: am dringlichsten Feuchtgebiete aller Art, Fließgewässer und Auen und ihre Verwirklichung bis spätestens zum Jahr 2014.
- Die Maßnahme beinhaltet auch die Erhaltung, Wiederherstellung und Neuschaffung einer „Grünen Infrastruktur“ aus einer Vielzahl von „Trittsteinen“ oder Verbindungsflächen- und Verbindungselementen in der Normallandschaft und auch rund um Siedlungen, um den Biotopverbund zu unterstützen. Hierzu sind nach § 32 NatSchG besonders geschützte Biotope, Flächen von FFH-Lebensraumtypen außerhalb von Natura 2000-Gebieten und ausgewählte Wälder als mögliche Elemente eines Biotopverbundsystems verstärkt zu berücksichtigen, auch in intensiv genutzten Bereichen.
- Die Wirksamkeit von Verbindungsflächen und Verbindungselementen zwischen Schutzgebieten kann verstärkt werden, wenn sie in entsprechend großräumig ausgewiesenen Gebietskulissen des Biotopverbunds angesiedelt sind. Je nach Naturraum sind dabei unterschiedliche Biotoptypen vorrangig. Die Ergänzung bestehender Schutzgebiete (Natura 2000-System, NSG, FND) sowie geschützter Biotope als wesentliche Bestandteile einer Biotopverbundplanung in den Fortschreibungen der Regional- und Kommunalplanung um Verbindungsflächen oder Verbindungselemente ist anzustreben.
- Urbane Räume in den Biotopverbund einbeziehen, d. h. v. a. Einschränkungen der Durchgängigkeit von Fließgewässern, der Auen und von Offenland-bewohnenden Arten an den Talhängen zu mindern.
- Habitat-Fragmentierung und Flächenverbrauch gezielt vermindern.

Erfordernisse des landesweiten und regionalen Biotopverbunds zur Klimaanpassung sind bei lokalen Planungen zu berücksichtigen, insbesondere sind keine neuen Barrieren auf lokaler Ebene zu planen oder zu erstellen. Ein großräumiger Biotopverbund zur Anpassung an den Klimawandel kann nur wirksam sein, wenn er auf lokaler Ebene funktioniert. Eine Verringerung der Gewässer- und Auen-Durchgängigkeit durch bauliche Maßnahmen (z. B. Wasserkraftnutzung, Baugebiete)

oder die Anlage von Verkehrswegen in regionalen oder landesweiten Biotopverbundachsen kann in Konflikt treten mit den Belangen der Klimaanpassung. Neue Barrieren oder Beeinträchtigungen der Wanderbewegung von Arten (sowohl bei aquatischen als auch terrestrischen Lebensräumen) sollten daher nicht entstehen.

3.3.1.6 Stand der Anpassungsmaßnahmen

Laut Naturschutzstrategie BW 2020 wurden von der Landesregierung im Landesentwicklungsplan 2002 überregional bedeutsame Landschaftsräume zur Entwicklung eines ökologisch wirksamen Freiraumverbundes festgelegt, d. h. Natura 2000-Gebiete, Gebiete mit einer überdurchschnittlichen Dichte schutzwürdiger Biotope oder Vorkommen landesweit gefährdeter Arten, unzerschnittene Freiräume mit hohem Wald- und Biotopanteil sowie Gewässer mit besonderer Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz. Auf regionaler und kommunaler Ebene werden diese Landschaftsräume durch entsprechende Planungen (Regionalpläne, Bauleitplanung) durch regionale Grünzüge, Grünzäsuren und schutzbedürftige Bereiche sowie durch die Ausweisung von Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Gewässer, Natur und Landschaft ergänzt. Die erforderlichen Vorgaben sollten bis Ende 2012 erarbeitet werden. Sie bedürfen dann der Konkretisierung durch die Regionalverbände und durch Biotopvernetzungsmaßnahmen der Kommunen, insbesondere im Offenland (Naturschutzstrategie BW 2020).

Gemäß Naturschutzstrategie BW 2020 soll eine Systematisierung und hierarchische Strukturierung der Biotopverbundplanung erarbeitet werden, d. h. eine digitale Planungsgrundlage für den landesweiten Biotopverbund (§§ 20,21 BNatSchG) erstellt werden, *die u. a. die vorhandenen Instrumentarien Zielartenkonzept, Generalwildwegeplan und Hinweise der LUBW zum Biotopverbund bündelt*. Auf regionaler Ebene soll der Biotopverbund auf der Grundlage der landesweiten Konzeption durch die Regionalverbände ausgeformt, in den Landschaftsrahmenplänen konkretisiert und über die Regionalplanung planungsrechtlich gesichert werden.

Laut Naturschutzstrategie BW 2020 wurden im Rahmen der Eingriffs-/Ausgleichsregelung für einen Biotopverbund geeignete Ausgleichsflächen sowie in Flurneuordnungsverfahren naturnahe Landschaftselemente neu geschaffen. *Seit nahezu 20 Jahren wird in Baden-Württemberg das Instrument der kommunalen Biotopvernetzungs-konzepte genutzt, mit dem Biotope neu angelegt sowie Flächen extensiviert und vernetzt werden. Maßnahmen der Biotopvernetzung werden momentan auf etwa 6.000 Hektar landwirtschaftlicher Fläche über die Landschaftspflege-richtlinie gefördert*. Weiter besteht mit den „Wildtierkorridoren“ ein Vernetzungskonzept und der Generalwildwegeplan Baden-Württemberg wurde erarbeitet und von der Landesregierung als Planungsgrundlage für ein Verbundkonzept beschlossen.

In der Naturschutzstrategie BW 2020 wird explizit das Ziel aufgestellt, *die Flurneuordnung aktiv und gezielt einsetzen, um den Rückgang der biologischen Vielfalt zu stoppen und die Folgen des Klimawandels abzumildern*. Hierzu soll ein *Gesamtkonzept für eine stärker ökologische und naturschutzförderliche Ausrichtung der Flurneuordnung unter Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels* erarbeitet werden. Andererseits werden auch bestehende Probleme dargestellt, die dem Ziel entgegenstehen, Flurneuordnungsverfahren zur Planung und Umsetzung von Maßnahmen zum Biotopverbund zu nutzen.

Darauf hinzuweisen ist, dass die Naturschutzstrategie BW 2020 sich derzeit in Überarbeitung befindet und daher ggf. ein Teil der obigen Aussagen nach deren Erscheinen aktualisiert werden muss.

Räumliche Verortungen des Biotopverbunds liegen als shape-Datei vor, differenziert nach feuchten und trockenen Lebensräumen sowie für mittlere Standorte. Die Voraussetzungen für eine Biotopverbundplanung sind daher sehr gut.

Aufgrund von § 20 Abs. 1 und § 21 BNatSchG besteht die gesetzliche Verpflichtung, auf mindestens 10 % der Landesfläche einen Biotopverbund einzurichten.

Der Stand der Anpassungsmaßnahmen bei der großräumigen Biotopverbundplanung wird als mittel (Stufe II im Formblatt) eingeschätzt, da die großräumigen Planungen nur teilweise vorhanden sind.

Der Stand der Anpassungsmaßnahmen bei der kleinräumigen Biotopverbundplanung wird als gering (Stufe III im Formblatt) eingeschätzt, da Verzögerungen bei der tatsächlichen Verwirklichung des gesetzlich vorgegebenen Biotopverbunds in der Landschaft offenkundig sind.

Priorisierung nach Effektivität und Aufwand: sehr hohe Priorität, da der Klimawandel sehr schnell abläuft und die Verlagerung von Verbreitungsgebieten für einen großen Teil der Arten erforderlich ist und keine andere Maßnahme diesen Bedarf decken kann.

Zeithorizont: kurzfristig.

3.3.1.7 Einzubeziehende Akteure in den Anpassungsprozess

- Naturschutzbehörden,
- Wasserwirtschaftsbehörden, Landwirtschafts- und Forstbehörden, Straßenbau-Behörden,
- Forstbetrieb Staatswald,
- Waldbesitzer-Verbände, forstliche Betriebe, Privatwald- und Kommunalwald-Besitzer,
- Kommunale und regionale Planungsbehörden, Kommunen,
- Wassergewinnungsverbände,
- Naturschutzverbände und Fachverbände für bestimmte Artengruppen.

3.3.1.8 Gesetzliche oder verwaltungstechnische Voraussetzungen für die Umsetzung

In der Naturschutzstrategie BW 2020 werden bestehende Probleme dargestellt, weswegen Flurneuordnungsverfahren zur Planung und Umsetzung von Maßnahmen des Biotopverbunds derzeit nicht oder kaum genutzt werden. Entsprechende Hemmnisse sollen laut Naturschutzstrategie BW 2020 beseitigt werden. Zeitliche Vorgaben hierzu fehlen jedoch.

Wenn die in der Naturschutzstrategie BW 2020 genannten Instrumente zur Förderung der gemeindlichen Vernetzungsplanung und des Einsatzes von Flurneuordnungsverfahren zur Planung und Umsetzung von Maßnahmen des Biotopverbunds kurzfristig (d. h. innerhalb der nächsten zwei bis drei Jahre) bereit gestellt werden würden, könnte ab 2015 damit begonnen werden, Biotopverbund auf lokaler Ebene effektiv zu planen und umzusetzen.

3.3.1.9 Ökonomische Aspekte der Anpassung (Kosten, vermeidbare Kosten)

Der Wert einer einzelnen Art oder eines Biotop- oder FFH-Lebensraumtyps, als volkswirtschaftlicher Nutzen, ist derzeit nicht berechenbar.

Ziele und Maßnahmen zum Biotopverbund sind auch ohne die Problematik Klimawandel erforderlich: nach § 20 und 21 Bundesnaturschutzgesetz muss auf mindestens 10 % der Landesfläche ein Biotopverbund verwirklicht werden. Der Klimawandel erhöht jedoch die Dringlichkeit der Maßnahmen zum Biotopverbund deutlich und zwingt zur beschleunigten Planung und Verwirklichung entsprechender Maßnahmen. Die in der Naturschutzstrategie BW 2020 genannten Ziele und Maßnahmen zur Planung und Umsetzung eines Biotopverbunds sind zur Aufrechterhaltung bzw. Verbesserung der biologischen Vielfalt im Lande zwingend erforderlich.

Ziele und Maßnahmen zum Biotopverbund sind konzeptionell bereits vorhanden, sie sind um den Aspekt Anpassung an den Klimawandel zu ergänzen. Insbesondere betrifft dies einerseits die großräumige Biotopverbundplanung, andererseits die Erhöhung der kleinräumigen Wirksamkeit des Biotopverbunds. Hierzu ist eine Stärkung der kommunalen Ebene und Umsetzungsmöglichkeiten der gemeindlichen Biotopvernetzungsplanung nötig, die die Erhaltung auch kleinflächiger, extensiv genutzter oder ungenutzter Biotope durch gezielte Nutzung oder Pflege als „Verbindungselemente“, sowie die Bewahrung und Wiederherstellung an kleinen, in der Normallandschaft vorkommenden „Bruchstücken“ unveränderter oder halbnatürlicher Lebensräume einbezieht.

3.3.2 Vulnerabilität von Schutzgebieten

3.3.2.1 Beschreibung der Vulnerabilität

Das Schutzgebietssystem Natura 2000 erhält mit dem Hintergrund des Klimawandels eine zusätzliche Bedeutung, Schutzgebiete sind notwendiger denn je (Council of Europe 2008, Hannah 2009; Hannah et al. 2007), dies gilt ebenso für Schutzgebiete nach nationalem Recht (NSG, FND). Selbst wenn Schutzgebiete (internationale oder nationale Schutzgebiete) ggf. ihr aktuelles Arteninventar verändern oder teilweise verlieren werden, sind sie derzeit und voraussichtlich auch in der nahen Zukunft die „besten Ausschnitte“ aus einer vielfältig genutzten Landschaft. In ihnen ist die Nutzungsintensität meist geringer als im Umfeld, zudem sind oft besondere Standortbedingungen vorhanden, so dass in ihnen ein besonderes Inventar an Arten und Lebensräumen vorkommt, das in der Normallandschaft nicht oder nicht mehr vorhanden ist. Die Normallandschaft ist durch Vereinheitlichung der Standortbedingungen (v. a. Eutrophierung, mittlere Feuchtestufen, erhöhte Nutzungsintensität, Suburbanisierung) und eine biotische Homogenisierung (Arteninventar nur noch aus wenigen weit verbreiteten anspruchslosen Arten) gekennzeichnet (vgl. Günther et al. 2006, Ludlow 2006, Thomas et al. 2012).

Schutzgebiete ermöglichen andererseits die Verlagerung von Verbreitungsgebieten (Thomas et al. 2012) für die Arten, die sich durch eine Verlagerung ihrer Verbreitungsgebiete an den Klimawandel anpassen. Sie sind nützliche „Trittsteine“, indem sie überproportional häufig von Arten besiedelt werden, die ihre Areale verlagern (Thomas et al. 2012). Sie unterstützen dadurch die Ausbreitung von Arten und die Anpassung an den Klimawandel (Thomas et al. 2012).

Nach der Schutzgebietsstatistik (Stand 19.10.2011) sind 1.036 Naturschutzgebiete mit einer Gesamtfläche von 86.281 ha, was ca. 2,41 % der Landesfläche darstellt, geschützt (hierbei jedoch zwölf Schutzgebiete, die sich über zwei Regierungsbezirke erstrecken, doppelt enthalten, Quelle: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/11426/>, Abrufdatum: 13.12.2012). 6.220 flächenhafte Naturdenkmale umfassen 10.558 ha, das sind ca. 0,30 % der Landesfläche. Unter dem besonderen Schutz des Natura 2000-Schutzgebietsystems stehen in Baden-Württemberg 350 Gebiete (260 FFH-Gebiete mit 426.219 ha, 90 Vogelschutzgebiete mit 395.957 ha) mit einer Gesamtfläche von insgesamt 631.291 ha (Hektarangaben jeweils inkl. Bodensee). Dies entspricht 17,3 % der Landesfläche. (FFH-Gebiete und Vogelschutzgebiete überlappen sich dabei teilweise (Quelle: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/44491/>, Stand 2009, Abrufdatum: 13.12.2012). Pauschal geschützte Biotope nach § 30 BNatSchG umfassen ca. 4,1 % der Landesfläche im Wald und Offenland.

Modellprojektionen lassen für das 21. Jahrhundert bedeutende Veränderungen der Arten von Naturschutzgebieten und des Natura-2000-Netzwerkes erwarten (Araújo et al. 2011, Hole et al. 2009).

Infolge des Klimawandels kann es geschehen, dass in Schutzgebieten die Arten oder Lebensräume, die der ursprüngliche Grund für die Ausweisung als Schutzgebiet waren, zurückgehen oder nicht mehr vorkommen werden. Andererseits könnten neue, naturschutzfachlich wertvolle Arten (z. B. gefährdete Arten, FFH-Arten oder Vogelarten der Vogelschutz-Richtlinie) solche Schutzgebiete besiedeln, die zum Zeitpunkt der Ausweisung in Deutschland überhaupt noch nicht mit reproduktiven Beständen bekannt waren. Denkbar ist auch, dass bestimmte Lebensräume (z. B. Biotoptypen, FFH-Lebensraumtypen) in Zukunft einzelne oder mehrere charakteristische Arten verlieren könnten, die bislang als diagnostisch wichtige Arten eingesetzt werden. Damit könnten floristisch definierte FFH-Lebensraumtypen beispielsweise durch einen solchen Artenwechsel ihren ursprünglichen Charakter verlieren. Auch der Verlust wesentlicher Bestandteile oder Standortbedingungen ist denkbar, z. B. durch Degradierung eines Hochmoors in ein Feuchtgebiet mit feuchten Hochstaudenfluren, aufgrund des Rückgangs bzw. Absterbens der Torfmoos-Vegetation bei erhöhten Sommertemperaturen.

Andererseits sind bei vielen Schutzgebieten auch bestimmte Standorteigenschaften bestimmend, die den geomorphologischen, bodenkundlichen oder wasserhaushaltlichen Rahmen bilden (z. B. nährstoffarme und/oder flachgründige Böden, oligo- oder mesotrophe Gewässer, Kaltluftlagen, hoher Grundwasserstand, lebensraumtypische Dynamik (z. B. Überflutung und Trockenfallen), besonderes Relief wie Steilhanglagen etc.). Diese standörtlichen Randbedingungen werden auch in Zukunft unter geänderten Klimabedingungen sich deutlich von der Normallandschaft unterscheiden und damit auch besondere Arten und Lebensräume selektieren, die auf solche Standortbedingungen angewiesen sind und die ansonsten in einer intensiv genutzten Landschaft nicht vorkommen. Damit bleibt die Schutzwürdigkeit dieser geomorphologischen oder standörtlichen Rahmenbedingungen erhalten, auch wenn sich die Artenzusammensetzung teilweise ändern.

Insgesamt sind etwa 14,37 % der Landesfläche von Baden-Württemberg durch FFH-Gebiete oder Naturschutzgebiete bedeckt. Mit einem Anteil von 29,17 % liegt der Anteil der geschützten Fläche im Nördlichen Oberrhein-Tiefland weit über dem landesweiten Durchschnitt. Schlusslicht sind die Mainfränkischen Platten und das fränkische Keuper-Lias-Land mit 1,55 % bzw. 4,52 %

geschütztem Anteil. Die FFH-Gebiete nehmen in jedem Hauptnaturraum eine größere Fläche ein als die Naturschutzgebiete.

Tabelle 17: Schutzgebiete und ihre Anteile an den Hauptnaturräumen in Baden-Württemberg

HNR	Hauptnaturraum	FFH-Gebiete	Naturschutzgebiete	Hauptnaturraum	FFH-Gebiete	Naturschutzgebiete
		Fläche [ha]			Anteil [%]	
3	Voralpines Hügel- und Moorland	41.482,3	10.465,1	281.795,9	14,72	3,71
4	Donau-Iller-Lech-Platte	12.414,9	6.598,2	263.564,0	4,71	2,50
9	Schwäbische Alb	88.043,5	12.867,3	524.848,0	16,78	2,45
10	Schwäbisches Keuper-Lias-Land	44.750,3	5.417,5	486.282,0	9,20	1,11
11	Fränkisches Keuper-Lias-Land	596,1	134,5	16.164,9	3,69	0,83
12	Neckar- und Tauber-Gäuplatten	85.726,1	14.109,7	903.408,0	9,49	1,56
13	Mainfränkische Platten	121,9	32,6	9.986,8	1,22	0,33
14	Odenwald, Spessart u. Südrhön	13.539,0	530,7	100.549,1	13,47	0,53
15	Schwarzwald	71.137,8	20.685,9	615.814,0	11,55	3,36
16	Hochrheingebiet	2.817,9	381,1	21.892,9	12,87	1,74
20	Südliches Oberrhein-Tiefland	13.899,0	1.447,6	90.250,9	15,40	1,60
21	Mittleres Oberrhein-Tiefland	19.087,2	5.665,9	116.753,0	16,35	4,85
22	Nördliches Oberrhein-Tiefland	33.009,2	8.503,3	142.301,0	23,20	5,98
	Gesamt	426.625,2	86.839,5	3573.610,5	11,94	2,43

Die Vulnerabilität der Schutzgebiete wird als hoch eingeschätzt. Grund sind einerseits die Vielzahl von gefährdeten Arten oder Lebensräume, der starke Isolationsgrad und die meist fehlende Vernetzung, andererseits die zu erwartenden Veränderungen (z.B. Austrocknung, Verringerung klimatischer Wasserbilanz und Schäden an der Vegetation, verstärkte Ausbreitung von invasiven Neophyten oder Neozoen).

Theoretisch denkbar wäre auch, dass wenn sich die Verbreitungsgebiete von Arten verändern (d. h. v. a. nordwärts oder in höhere Lagen verschieben), entsprechend auch Schutzgebiete ihre Lage verändern könnten („Flexibilisierung der Schutzgebietsgrenzen“) und mit den Arten wandern könnten. Eine solche Denkmöglichkeit wird als problematisch und in der Realität nicht machbar erachtet, angesichts der rechtlichen Schwierigkeiten und praktischen Umsetzungsprobleme, die sich daraus ergeben würden. Zudem verkennt dieser Ansatz, dass die Schutzgüter vieler Schutzgebiete auf spezifischen Standortbedingungen, auf spezifischem Relief, Geologie oder Böden beruhen, die ihre Lage nicht verändern werden, so dass „wandernde Schutzgebiete“ für die Erhaltung von Arten und Lebensräumen ungeeignet sind.

3.3.2.2 Bewertung der Dringlichkeit

Das europaweite Schutzgebietssystem Natura 2000 und das Schutzgebietssystem der nach nationalem oder Landesrecht geschützten Gebiete bietet gute Voraussetzungen, die Vielfalt an Arten und Lebensräumen zu erhalten.

Der Erhaltungszustand der wertgebenden Arten und Lebensräume (gefährdete Arten nach den Roten Listen, pauschal geschützte Biotoptypen nach §30 BNatSchG, FFH-Arten und -Lebensraumtypen) sollte in den Schutzgebieten durch gezielte und optimierte Maßnahmen so

verbessert werden, dass er als „günstig“ bezeichnet werden kann. Gefährdungen und ggf. beeinträchtigende Nutzungen sollten minimiert werden, hierzu sind ggf. auch Pufferflächen erforderlich (EU-Guidelines 2012, Hodgson et al. 2009, 2011).

Maßnahmen zum Schutz vorhandener Arten- und Lebensraum-Vielfalt in bereits ausgewiesenen Gebieten und dazwischen liegenden Habitaten müssen intensiviert werden. Die Erhaltung und Wiederherstellung der Struktur und Funktion von Ökosystemen ist unabdingbar. Zusätzlich könnten sich Umsiedlung bestehender und Schaffung neuer Lebensräume als sinnvolle Maßnahme erweisen (Council of Europe 2008).

Das Schutzgebietsmanagement in Zeiten des Klimawandels hat sehr hohe Priorität, da es sich mit den Kernflächen des Naturschutzes beschäftigt. Viele gefährdete Pflanzen- und Tierarten sowie FFH-Arten und -Lebensraumtypen sind sehr empfindlich gegenüber den Klimawandelfolgen und bedürfen besonderer Anpassungsmaßnahmen (vgl. Petermann et al. 2007, Schlumprecht et al. 2010; Slobodda 2007).

Die Fortschreibung von Pflege- oder Managementplänen unter Berücksichtigung des Klimawandels kann auch für den Schutz der Ressourcen Wasser und Boden wesentliche positive Folgen haben.

Die Dringlichkeit wird als hoch bewertet.

3.3.2.3 Ableitung von Anpassungserfordernissen

Schutzgebiete und ihre naturnahen oder natürlichen Lebensräume (z. B. gefährdete Biotoptypen, FFH-Lebensraumtypen) sind wichtige Hilfsmittel in der Anpassung an den Klimawandel, da beispielsweise Moore, natürliches Grasland und Wälder bedeutsame natürliche Kohlenstoff-Senken verkörpern. Torfbildung in Mooren oder Humusbildung in Wäldern oder in Grasland sind wesentliche Aspekte der Kohlenstoff-Bindung. In wachsenden Mooren wird durch Torfbildung in erheblichem Umfang CO₂ festgelegt (bis zu 1.500 kg CO₂- Kohlenstoff -Äquivalente/ha und Jahr). FFH-Feuchtgebiete leisten einen wichtigen Beitrag für die regionale Stabilisierung des Wasserhaushalts (vgl. Holsten et al. 2009).

Ökosystemare Dienstleistungen sind ein sehr bedeutendes zusätzliches Argument für den heutigen und künftigen Schutz von Lebensräumen und Arten. Entsprechend wurde im neuen Gutachten des Rats von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU 2012) diesem Thema breite Aufmerksamkeit gewidmet (vgl. SRU 2012, v. a. Kapitel Moore und Wälder). Ökosystemare Dienstleistungen gewährleisten ökonomisch bzw. monetär quantifizierbare Leistungen. Die Bedeutung ökosystemarer Dienstleistungen wird künftig sogar noch steigen. Auch bei einer klimabedingt geänderten Artenzusammensetzung ist die Gewährleistung von Ökosystem-Funktionen durch Lebensräume und Arten ein zentrales Ziel des Naturschutzes.

Viele FFH-Lebensraumtypen und FFH-Arten sind empfindlich oder besonders empfindlich gegenüber dem Klimawandel (vgl. Petermann et al. 2007). Diese Schutzgüter können u. U. auch in FFH-Gebieten durch den Klimawandel beeinträchtigt werden. Daher ist eine Anpassung der FFH-Gebiete zur Wahrung und Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustandes, auch unter den Bedingungen des Klimawandels, erforderlich. Grundsätzlich ist die aktuelle Artenzusammensetzung möglichst zu erhalten, nicht nur aus rechtlichen Gründen. Nur wenn jetzt

die Arten erhalten und gefördert werden, haben sie auch eine Chance, sich an den Klimawandel anzupassen. Andererseits können nicht alle klimawandelbedingten Änderungen in der Artenzusammensetzung gegenüber dem jetzigen oder früheren Zustand aufgehoben werden, ein gewisses Maß an Veränderung ist also nicht vermeidbar.

Mittelfristig kann eine Anpassung der naturschutzfachlichen Bewertungen, die die Grundlage für die Ausweisung von Schutzgebieten waren, erforderlich werden, ebenso eine Anpassung der Definitionen von Biotoptypen oder FFH-Lebensraumtypen. Gefährdete Arten oder FFH-Arten, die neu in Schutzgebiete einwandern und dort signifikante Vorkommen ausbilden, sind Schutzgüter, auch wenn sie nicht im Standarddatenbogen, der das Gebiet bei der Ausweisung als FFH-Gebiet beschrieben hatte, aufgeführt sind. Dies gilt auch für neue FFH-Lebensraumtypen. Weiter sollten die Definitionen und Kriterien von Biotoptypen oder FFH-Lebensraumtypen so erweitert werden, dass durch den Klimawandel bewirkte Veränderungen im Artenbestand nicht ausgeschlossen werden. Neuartige Artenkombinationen sind künftig bei schutzwürdigen Biotoptypen und FFH-Lebensraumtypen zu erwarten. Auf längere Sicht sollte eine wiederholte Überprüfung und ggf. Anpassung der Kriterien der FFH-Richtlinie bei Arten und Lebensraumtypen und auch auf der Ebene der Schutzziele der einzelnen Natura 2000-Gebiete erfolgen. Dies ist im Rahmen der regelmäßigen Berichtspflichten zur FFH-Richtlinie sowie bei Aktualisierungen der FFH-Managementpläne durchaus möglich.

3.3.2.4 Anpassungsziele

Grundsätzlich notwendig ist die Erhaltung und Weiterentwicklung des bestehenden Schutzgebietssystems, wie dies auch in der Naturschutzstrategie BW 2020 konzipiert ist, d. h.:

- Vorhandene und neu auszuweisende Schutzgebiete des Landes auf der Grundlage der landesweiten Konzeption weiterentwickeln;
- Neue Schutzgebiete vorrangig zur Verbesserung der Vernetzung und Kohärenz bestehender Schutzgebiete und Biotope ausweisen;
- Abgrenzungen bestehender Schutzgebiete und deren Verordnungsinhalte überprüfen und gegebenenfalls anpassen;
- Die Schutzgebiete durch einen Biotopverbund zusammenführen;
- Das Bannwaldkonzept mit dem Ziel fortführen, bestehende Bannwälder zu erweitern und neue, vor allem großflächige Bannwälder (> 100 ha) auszuweisen (nach Naturschutzstrategie BW 2020).

Obige Ziele sind allein aus Gründen der CBD-Konvention und ihren Verpflichtungen (v. a. Ziel: Stopp der Biodiversitätsverluste bis 2020) ableitbar, auch ohne Anpassung an den Klimawandel. Sie bekommen vor dem Hintergrund der Anpassung an den Klimawandel jedoch besondere Dringlichkeit: Diese Ziele müssen schnell umgesetzt werden, um die Schutzgebiete rechtzeitig zu ertüchtigen, damit sie die kommenden Herausforderungen, die deutlich stärker sein werden als der bislang abgelaufene Klimawandel, bewältigen können.

Nach Baden-Württemberg wird vermutlich eine Reihe von west- und südwesteuropäisch verbreiteten Arten einwandern, d. h. die Artenzahl kann sich aufgrund des Klimawandels in Baden-Württemberg erhöhen. Ob dies nur vorübergehend ist oder sich diese einwandernden Arten langfristig etablieren können, hängt nicht nur vom Klimawandel, sondern von den vorhandenen

Lebensräumen, der Konkurrenz zu bereits vorhandenen Arten oder von Interaktionen (Räuber-Beute-Systeme etc.) ab.

Die Aufrechterhaltung und Weiterentwicklung von Schutzgebieten sind die wichtigsten naturschutzfachlichen Instrumente der Anpassung (Huntley 2007). Die wiederholte Überprüfung der Management- oder Pflegemaßnahmen und ihrer Wirkungen bzw. Erfolge und die ggf. erforderliche Optimierung von Maßnahmen sind sehr wichtig. Hierzu gehört auch das konsequente Monitoring der Schutzgüter, die in den Schutzgebieten geschützt werden sollen, als eine zentrale Voraussetzung, Maßnahmen zu überprüfen und ggf. zu optimieren und Anpassungsmaßnahmen zu planen und umzusetzen. Für die regelmäßige Berichterstattung liegen innerhalb der FFH-Richtlinie entsprechende internationale Verpflichtungen vor.

Spezielle Anpassungsziele aufgrund des Klimawandels für das Schutzgebietssystem sind:

Das Schutzgebietssystem und den Biotopverbund stärken, um die Durchgängigkeit der Landschaft zu erhöhen und die Ausbreitung von Arten in klimatisch zusagende Räume zu fördern.

Erfordernisse des Klimawandels sollten bei der Erstellung bzw. der Überarbeitung der Pflege- und Entwicklungspläne sowie Managementpläne für Schutzgebiete und gegebenenfalls einzurichtende Pufferzonen berücksichtigt werden (DAS 2008, Langfassung). Dieses Ziel wurde durch die EU-Kommission in einer Handreichung für das Management von FFH-Gebieten im Sommer letzten Jahres konkretisiert (EU-Guidelines 2012), weiter wurden von der EU spezielle Projekte wie „Schutzgebietsmanagement im Klimawandel“ gefördert (siehe www.habit-change.eu). Im EU-Guidelines werden den allgemeinen Zielen typische Maßnahmen der Managementplanung zugeordnet (vgl. folgende Tabelle 18).

In den EU-Empfehlungen (2012) für das Schutzgebietsmanagement sind viele Detailhinweise für die Art der möglicherweise geeigneten Maßnahmen zur Klima-Anpassung von Natura 2000-Gebieten vorhanden. Diese umfangreichen Hinweise zu den sechs Hauptgruppen von Zielen werden hier nicht im Einzelnen wiedergegeben.

Tabelle 18: Empfehlungen der EU zur Berücksichtigung des Klimawandels bei Zielen und Maßnahmen der Managementplanung

Quelle: EU-Guidelines, Endgültige Entwurfsversion zur Genehmigung des Kommissionsservice 11. Juli 2012
Eigene Übersetzung.

Ziel-Kategorie	Art der Maßnahmen	Im Schutzgebiet	Umfeld des Schutzgebiets	Netzwerk-Ebene
Existierende Belastungen reduzieren	Wiederherstellungsmaßnahmen	x	x	
	Entwicklung von Pufferzonen		x	
	Erweitern der Schutzgebietsgröße		x	
Die Heterogenität von Ökosystemen verbessern	Verbesserung von strukturellen Gradienten	x	x	
	Zulassen von natürlichen Prozessen	x	x	

Ziel-Kategorie	Art der Maßnahmen	Im Schutzgebiet	Umfeld des Schutzgebiets	Netzwerk-Ebene
Abiotische Bedingungen gewährleisten	Wasserqualität	x	x	
	Wasserquantität	x	x	
	Nährstoffbalance	x		
Die Auswirkungen von Extremereignissen bewältigen	Brand- Management	x	x	
	Flut- Management	x	x	
	Sturm- Management	x	x	
Die Vernetzung verbessern	Entwicklung von Korridoren und Trittsteinen	x	x	x
	Management der Normallandschaft		x	x
	Schaffung von neuen Gebieten bzw. von Gebieten für natürliche Entwicklung		x	x
	Räumliche Planung		x	x
Andere Maßnahmen	Überprüfen von bestehenden Grenzen und Notwendigkeit neue Gebiete auszuweisen		x	
	Relokation, „assisted migration“			x
	Bewertung der geographischen Verteilung des Schutzgebietsnetzwerks			x
	Kontrolle invasiver Arten	x	x	x

3.3.3 Anpassungsmaßnahmen

Aus obigen Zielen ergeben sich folgende Maßnahmen:

Schutzgebiete als Kernflächen des Biotopverbunds erhalten.

Zur Stärkung des Schutzgebietssystems dienen die folgenden Maßnahmen:

- Aufrechterhaltung und Weiterentwicklung des Schutzgebietssystems als Ganzes und von einzelnen Schutzgebieten
- Umsetzung von Pflegemaßnahmen
- wiederholte Überprüfung der Management- oder Pflegemaßnahmen und ihrer Wirkungen
- erforderliche Optimierung von Maßnahmen.
- Regelmäßige Fortschreibung von bestehenden Pflegeplänen und Managementplanungen in Anpassung an ablaufende Veränderungen unter besonderer Berücksichtigung von sensitiven Lebensräumen und von künftig möglichen Problemen bei wasserabhängigen Lebensräumen (z. B. sommerliche Wasserdefizite, Schutz vor erosionsbedingten Einträgen).
- Umsetzung entsprechender Anpassungs-Maßnahmen (z. B. verstärkte Formulierung und Umsetzung von Entwicklungsmaßnahmen, verstärkte Berücksichtigung von Entwicklungsflächen für FFH-LRT, Maßnahmen zur Wasserrückhaltung und Steigerung der Regulationsfähigkeit, Beschattung von Quellen und Bächen durch Ufergehölze etc.).
- Erstellung einer praktischen Handreichung zur Umsetzung der EU-Empfehlungen für die Managementplanung für Natura 2000-Schutzgebiete in Baden-Württemberg, orientiert an den EU-Guidelines (2012), wobei die nationale und internationale Verantwortung für bestimmte

Lebensräume und Arten bei der Managementplanung berücksichtigt werden sollte (z. B. bei Zielkonflikten, Ausrichtung der Pflegeziele etc.).

- Erweiterung der Managementplanung um Aspekte der Abmilderung von Klimawandel-Folgen, insbesondere bei sensiblen FFH-LRT und -Arten (v. a. Wiederherstellung des naturnahen Wasserhaushalts bzw. Verbesserung des Wasserhaushalts, verstärkte Wasserrückhaltung, Verbesserung der Regulationsmöglichkeiten, Beendigung von Wasserentnahme und Drainage, Schutz vor ggf. verstärkten Nährstoffeinträgen durch Erosion).

Die obigen Maßnahmen sind auch durch eine Verminderung negativer Umfeldeinflüsse auf Schutzgüter in Schutzgebieten zu unterstützen. Dies beinhaltet die Einrichtung von Pufferflächen rund um Schutzgebiete, um negative Einflüsse von Außen (z. B. Nähr- und Schadstoffeinträge) zu minimieren und den Erhaltungszustand von Arten und Lebensräumen zu verbessern.

Die Berücksichtigung des Klimawandels beim Management von Schutzgebieten sollte folgende Details umfassen:

- Bei bestehenden oder zu entwickelnden Managementplänen sollte eine kartographische Darstellung ermittelter Sensitivitäten (gebietsbezogene Habitat-Sensitivitätskarten, auf Basis der LRT-Einstufung von Petermann et al. 2007 oder landesspezifischer Erweiterungen) erfolgen.
- Erweiterung der Managementplanung um Aspekte der Abmilderung von Klimawandel-Folgen, insbesondere bei sensitiven FFH-Lebensraumtypen und Arten; v. a. Wiederherstellung des naturnahen Wasserhaushalts bzw. Verbesserung des Wasserhaushalts (verstärkte Wasserrückhaltung, Verbesserung der Regulationsmöglichkeiten; Beendigung von Wasserentnahme und Drainage), insbesondere bei den noch zu erstellenden Managementplänen.
- Besondere Berücksichtigung der nationalen und internationalen Verantwortung für bestimmte Lebensräume und Arten bei der Managementplanung bzw. Pflege- und Entwicklungsplanung (z. B. bei Zielkonflikten, Ausrichtung der Pflegeziele etc.).

3.3.3.1 Stand der Anpassungsmaßnahmen

Die Naturschutzstrategie BW 2020 enthält mehrere explizite Ziele zu Schutzgebieten:

- Ausweisung neuer Schutzgebiete, vorrangig zur Verbesserung der Vernetzung und Kohärenz bestehender Schutzgebiete und Biotope;
- Überprüfung der Abgrenzungen bestehender Schutzgebiete und deren Verordnungsinhalte und gegebenenfalls Anpassung;
- Zusammenführung der Schutzgebiete des "Netzwerks Natur" durch einen Biotopverbund.

Diese Ziele werden bei den obigen Zielformulierungen zur Klimawandel-Anpassung vorausgesetzt.

Laut Naturschutzstrategie BW 2020 ist am Ansatz des bestehenden Schutzgebietssystems kritisch zu sehen, dass die ausgewiesenen Schutzgebiete häufig kleinflächig sind. Von 1.017 NSG sind 701 = 69 % kleiner als 50 ha, nur neun = 0,9 % sind größer als 1.000 ha). Vielfach liegen die Schutzgebiete voneinander isoliert. Sie sind daher für Arten mit größerem Flächenanspruch wenig

geeignet. Weiter kommen erhebliche Zerschneidungseffekte durch Straßen, Siedlungen und sonstige Infrastruktureinrichtungen hinzu.

Zwar sind mit der Ausweisung der Natura 2000-Flächen mit 350 Gebieten (260 FFH- und 90 Vogelschutzgebiete) rund 17,3 % der Landesfläche in diesem Schutzgebietssystem enthalten, jedoch gelten die Schutzbestimmungen, das Verschlechterungsverbot und die Ziele eines Managementplans nur für die FFH-Lebensraumtypen oder die Habitate von FFH-Arten innerhalb solcher Natura 2000-Flächen. Nicht-FFH-Lebensraumtypen werden somit nicht erfasst, täuschen aber eine große Schutzgebietsfläche vor.

In der Naturschutzstrategie BW 2020 werden keine konkreten Zeitvorgaben für weitere Schutzgebietsausweisungen und die angestrebte Zusammenführung über den Biotopverbund genannt. Weiter soll die Ausweisung neuer Schutzgebiete v. a. nur zur Verbesserung der Vernetzung und Kohärenz erfolgen, nicht aber um bestehende Repräsentativitätslücken im vorhandenen Schutzgebietssystem zu schließen. Eine systematische Evaluierung, welche naturschutzfachlich wertvollen Biotope oder Ökosysteme Baden-Württembergs nicht oder nur unzureichend (in Bezug auf Fläche und Qualität, naturräumlich differenziert) im gegenwärtigen Schutzgebietssystem (v. a. NSG und flächenhafte Naturdenkmale) repräsentiert sind, wird in der Naturschutzstrategie BW 2020 nicht als Ziel benannt. Diese Lückenanalyse kann dazu dienen, einen Optimierungs- und Ergänzungsbedarf des Schutzgebietssystems (v. a. NSG und FND) abzuleiten.

Naturschutzfachliche Methoden zur Erstellung von Repräsentativitätsanalysen des Schutzgebietssystems liegen in der Fachliteratur vor (z. B. CBD-Empfehlungen von Dudley et al. 2005, 2006).

Der Stand der Anpassungsmaßnahmen wird als gering bis mittel eingeschätzt (Stufe III-II im Formblatt), da weder bei den FFH-Managementplänen noch bei den Schutzgebieten nach Landesrecht ein ausreichender Stand (z. B. umsetzbare Managementpläne für alle Natura 2000-Gebiete oder aktuelle Pflegepläne für alle NSG) erreicht ist.

3.3.3.2 Einzubeziehende Akteure in den Anpassungsprozess

- Naturschutzbehörden,
- Wasserwirtschaftsbehörden, Landwirtschafts- und Forstbehörden, Straßenbau-Behörden,
- Forstbetrieb Staatswald,
- Waldbesitzer-Verbände, forstliche Betriebe, Privatwald- und Kommunalwald-Besitzer,
- Kommunale und regionale Planungsbehörden,
- Kommunen,
- Wassergewinnungsverbände,
- Naturschutzverbände und Fachverbände für bestimmte Artengruppen.

3.3.3.3 Gesetzliche oder verwaltungstechnische Voraussetzungen für die Umsetzung

Das Rechtsinstrumentarium zur Ausweisung von Schutzgebieten ist vorhanden, seine Anwendung erprobt und bewährt.

Die Ausweisung von Schutzgebieten erfolgte laut Naturschutzstrategie BW 2020 bisher vorrangig nach fachlichen Kriterien (v. a. Seltenheit, Gefährdung von Arten und Lebensräumen) unter Betrachtung des einzelnen Schutzgebiets und seiner örtlichen Realisierungsmöglichkeiten. Mit unterschiedlichen Schutzgebietskategorien wurden bereits wertvolle, natürliche und naturnahe Ökosysteme (z. B. naturnahe Wälder, natürliche Moore, Trockenstandorte, naturnahe Still- und Fließgewässer) oder auch extensiv genutzte Kultur-Ökosysteme (z. B. Mittelwälder, Streuwiesen, Halbtrockenrasen, Borstgrasrasen) gesichert (Naturschutzstrategie BW 2020). Die Unterschützstellung von Entwicklungsflächen für den Prozessschutz oder von „Wildnis-Flächen“ war demgegenüber nachrangig bzw. rechtlich nicht möglich.

Die in Deutschland möglichen Schutzgebietstypen sind in § 20 BNatSchG festgelegt. Nationalparke sind hiervon eine Kategorie für großflächige Schutzgebiete mit spezifischen Qualitätskriterien (Mindestflächengröße, Prozessschutz). Im gesamten Bundesgebiet bestehen derzeit 14 Nationalparke. Nur Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz besitzen von den großen Flächenländern Deutschlands keinen Nationalpark. Zwar prüft die Landesregierung in Baden-Württemberg derzeit die Möglichkeiten der Ausweisung eines Nationalparks im Nordschwarzwald (Quelle: <http://www.nordschwarzwald-nationalpark.de/>, Abrufdatum 15.12.2012), aber ob ein Gesetz zur Errichtung eines Nationalparks beschlossen wird, bleibt abzuwarten.

Über die Prüfungsziele der Naturschutzstrategie BW 2020 hinaus („*Flächenwidmungen für die natürliche Entwicklung im Rahmen von Ausgleichsmaßnahmen oder Schutzgebietsausweisungen gezielt prüfen*“) sollte in Weiterentwicklung des Rechtsinstrumentariums auch die naturschutzrechtliche Sicherung von Prozessschutz-Flächen möglich werden.

Verwaltungstechnische Voraussetzungen sind landesweite Konzepte (Repräsentativitätsanalyse des Schutzgebietssystems und Ableitung des Bedarfs an Neuausweisungen), damit auf der Ebene der Regierungsbezirke oder Landkreise die Neuausweisung oder Erweiterung von Schutzgebieten angegangen werden kann.

3.3.4 Ökonomische Aspekte der Anpassung (Kosten, vermeidbare Kosten)

Der Wert von einem Hektar Schutzgebiet lässt sich derzeit nicht verlässlich angeben.

Attraktive Großschutzgebiete leisten jedoch einen wichtigen Beitrag für die Stärkung des Inlandtourismus. Im Durchschnitt lagen die Tagesausgaben von Übernachtungsgästen zwischen 25 € (Biosphärenreservat Rhön) bis zu 46 € (Nationalpark Bayerischer Wald) (BfN 2005). Dazu kommen die Ausgaben von Tagestouristen. Von diesen Ausgaben kann man gut die Hälfte als unmittelbare Wertschöpfung annehmen. Diese erhöht sich um 40 % durch zusätzliche tourismusinduzierte Effekte in anderen Wirtschaftsbereichen. Durch touristische Einrichtungen entstehen steuerliche Einnahmen in den Kommunen (durch Anteile an Gewerbe-, Grund- und anteiliger Gewerbesteuer), die in der Literatur mit ca. 2 – 3 % der touristischen Nettoumsätze angesetzt werden (Wulff und Petermann 2000). Bei Befragungen von Besuchern des „Nationalpark Bayerischer Wald“ hat sich ergeben, dass bei fast der Hälfte der Befragten der Entscheidungsgrund für einen Besuch die Tatsache war, dass es sich um einen Nationalpark handelte. Diese ca. 350.000 „Nationalparktouristen“ trugen durch ihre Ausgaben zu einer Erhöhung der regionalen Einkommen um 6,56 Mio. € bei. Dies bedeutet für die Region ca. 456 zusätzliche Vollzeitarbeitsplatzäquivalente (BfN 2005).

Das Schutzgebietssystem Natura 2000 nach EU-Recht sowie das nationale Schutzgebietssystem nach Bundesnaturschutzgesetz erhalten im Angesicht des Klimawandels eine zusätzliche Bedeutung zur Erhaltung der biologischen Vielfalt. Schutzgebiete sind im Zuge von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel notwendiger denn je. Die Normallandschaft ist durch Vereinheitlichung der Standortbedingungen und eine biotische Homogenisierung gekennzeichnet. In Schutzgebieten sind häufig besondere Standortbedingungen vorhanden und die Nutzungsintensität ist meist geringer als im Umfeld, so dass in ihnen ein besonderes Inventar an Arten und Lebensräumen vorkommt, das in der Normallandschaft nicht oder nicht mehr vorhanden ist. Schutzgebiete wirken als Verbindungsflächen oder „Trittsteine“, ermöglichen Arten die Verlagerung von Verbreitungsgebieten und unterstützen damit die Anpassung an den Klimawandel.

Schutzgebiete sind daher rechtzeitig zu ertüchtigen, damit sie die kommenden Herausforderungen, die deutlich stärker sein werden als der bislang abgelaufene Klimawandel, bewältigen können. Wesentliche Elemente hierbei sind die Aufrechterhaltung und Weiterentwicklung des Schutzgebietssystems als Ganzes und von einzelnen Schutzgebieten, die Umsetzung von Pflegemaßnahmen, die Verminderung negativer Umfeldeinflüsse auf Schutzgüter in Schutzgebieten, sowie die wiederholte Überprüfung der Management- oder Pflegemaßnahmen und ihrer Wirkungen und die ggf. erforderliche Optimierung von Maßnahmen, unter spezifischer Berücksichtigung des Klimawandels beim Management von Schutzgebieten.

4 Wissenschaftlicher Hintergrund

4.1 Anpassungswissen

4.1.1 Ausgangssituation

Für die Verbreitung von Pflanzen und Tieren in Baden-Württemberg, Deutschland und Europa ist neben geologischen und geomorphologischen Ausgangssituationen das Klima ein sehr wichtiger Faktor, der mit der Größe des betrachteten Raumes – von lokal zu global – zunimmt. Daneben spielen Konkurrenzverhältnisse, Besiedlungsgeschichte oder aktuelle und historische Nutzungen eine wesentliche Rolle. Natürliche Klimaschwankungen haben in der Vergangenheit zu Veränderungen in der Artenzusammensetzung und Struktur von Ökosystemen geführt, man denke nur an die Eiszeiten und die nacheiszeitliche Wiederbewaldung Mitteleuropas oder an das Vorhandensein von „Eiszeitrelikten“ in kleinflächigen Sonderstandorten.

Bei der Beurteilung der Vulnerabilität von Arten und Lebensräumen und der Entwicklung möglicher Anpassungsmaßnahmen ist zu beachten, dass die heutige Landschaft vielerorts strukturell verarmt ist und die Lebensräume vieler Populationen und Arten auf vielfältige Weise fragmentiert sind (z. B. durch Verkehrswege, Infrastruktureinrichtungen, eine zunehmend großflächig und gleichförmig betriebene intensive Land- und Forstwirtschaft). Dadurch werden die Möglichkeiten für notwendige Ausweichbewegungen im Zuge des Klimawandels für zahlreiche Pflanzen- und Tierarten eingeschränkt, ggf. auch unterbunden. Zusätzlich können sich zum Teil bestehende Beeinträchtigungen und zu erwartende Folgen des Klimawandels in ihren Auswirkungen verstärken, wenn z. B. bereits in ihrem Wasserhaushalt durch Entwässerung gestörte Ökosysteme zusätzlich durch eine klimawandelbedingt sinkende klimatische Wasserbilanz betroffen sind.

In den Zeitraum 1995 - 2010 entfallen elf der zwölf wärmsten dokumentierten Jahre seit Beginn der Klimaaufzeichnung (in Deutschland). Der globale Trend im 20. Jahrhundert belegt eine Erwärmung um 0,6 Grad, wobei ein starker Anstieg seit Mitte der 70er Jahre erfolgte (in den letzten 50 Jahren 1,3 Grad pro 100 Jahre). Im weltweiten Vergleich weist Deutschland eine überproportionale Erwärmung auf (nach IPCC 2007).

Auf Basis der damals verfügbaren Klima-Projektionen stellten Zebisch et al. (2005) fest, dass zu den besonders betroffenen Gebieten in Deutschland der Südwesten gehören dürfte. In diesen Regionen haben eine Reihe von Arten und FFH-Lebensraumtypen ihren bundesweiten Verbreitungsschwerpunkt. In Südwestdeutschland (Oberrheingraben) wurde nach Zebisch et al. (2005) die stärkste Erwärmung erwartet. Häufigere und heftigere Starkregen sowie eine erhöhte Hochwassergefahr stellen nach Zebisch et al. (2005) Probleme für die Wasserwirtschaft und den Hochwasserschutz dar. Arten und Lebensräume der Feuchtgebiete, Bäche und Quellen könnten von sommerlicher Erwärmung bzw. Austrocknung betroffen sein.

Umfassend ist der Stand des Wissens im 4. Sachstandsbericht des IPCC dargestellt (IPCC 2007). Die folgenden Ausführungen berücksichtigen daher v. a. neuere Literatur, die nach 2007 erschienen ist, z. B. Olofsson et al. (2008) und Maclean & Wilson (2011).

4.1.2 Veränderungen bei Arten

Für einen substanziellen Teil der heimischen Arten werden sich die klimatisch günstigen Gebiete gegenüber der derzeitigen Lage polwärts, ostwärts oder in höhere Lagen der Gebirge verschieben. Allerdings ändern sich voraussichtlich nicht nur die Temperaturen, sondern auch die Niederschlagsverhältnisse. Durch die klimatischen Veränderungen erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass sich bislang nicht vorkommende Arten durch natürliche Einwanderung oder durch menschliches Zutun ausbreiten, wobei solche Arten in Konkurrenz zu heimischen Arten treten können. Das Potenzial von eingeführten Arten (etwa aus Parks und Gärten) zur selbständigen Verbreitung kann sich erhöhen.

4.1.2.1 Temperaturgesteuerte Veränderung der Phänologie

Veränderungen der Phänologie sind insbesondere für Pflanzen durch die Arbeiten von Menzel für Deutschland und Europa bekannt. Nach Menzel & Fabian (1999) sowie Menzel et al. (2006) hat sich die Vegetationsperiode in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts bereits um ein bis zwei Wochen verlängert, was u. a. an Laubbaumarten wie Eiche, Buche und Birke in Deutschland beobachtet werden kann (vgl. Tabelle 19). Weitere Beobachtungen für andere Artengruppen, v. a. Vögel, und andere Staaten (v. a. Großbritannien, Niederlande, Spanien) sind bei Olofsson et al. (2008) aufgeführt. Wichtige Arbeiten, die die bereits eingetretenen Veränderungen belegen, liefern Walther et al. (2002), Parmesan & Yohe (2003), Root et al. (2003), Badeck et al. (2004), Menzel et al. (2006), Parmesan (2006), Parmesan (2007).

Für Baden-Württemberg ist die Vorverlegung der Erstankünfte der Mehlschwalbe seit 1970 bei UM & LUBW (2012) dargestellt. Demnach ist an zwei Orten (Tübingen, Stutensee) eine deutliche Vorverlegung zu beobachten. Bei insgesamt 17 untersuchten Zugvogelarten findet die Erstankunft im Frühjahr um durchschnittlich drei bis fünf Tage pro Jahrzehnt früher statt. Eine auffällige und landesweit beobachtbare Veränderung ist die Apfelblüte: Sie hat sich im Zeitraum 1991 bis 2005 um durchschnittlich elf Tage verfrüht gegenüber 1961 bis 1990 (UM & LUBW 2012). Die regionalen Unterschiede in Baden-Württemberg in der Apfelblüte, die vielfach als „Frühlingsbeginn“ oder Beginn der Vegetationszeit angesehen wird, sind kartographisch in UM & LUBW (2012) dargestellt: Auch in Regionen mit kühlerem Klima wie z. B. im Schwarzwald und den Hochlagen der Schwäbischen Alb lässt sich dieser frühere Eintritt der Apfelblüte belegen.

Eine mögliche Folge kann die Desynchronisation, das zeitliche Auseinanderfallen von biologischen Interaktionspartnern, sein. Diese ist z. B. bei der Bestäubung oder bei Räuber-Beute-Systemen nach Olofsson et al. (2008), bei Crick et al. (1997), Visser et al. (1998), Crick & Sparks (1999), Visser & Holleman (2001), Peñuelas et al. (2002) und Both et al. (2006) dokumentiert. Solche nicht synchronisierten phänologischen Verschiebungen führen zum zeitlichen Auseinanderfallen von trophischen Ebenen, z. B. der Massenentwicklung bestimmter Insekten und von Insektenfressenden Zugvögeln (z. B. Visser & Both 2005, Menzel et al. 2006, Parmesan 2006, Parmesan 2007), oder dem Knospen-Austritt von Eichen und den davon abhängigen phytophagen Insekten (Visser & Holleman 2001).

Im Rahmen des MACIS-Projekts wurden nicht nur die bisherigen Beobachtungen zusammengestellt (Olofsson et al. 2008), sondern auch Projektionen für die Phänologie erstellt. Demnach könnte eine Erwärmung um 1° C dazu führen, dass das erste Auftauchen und der

Höchststand der meisten britischen Schmetterlinge um 2 – 10 Tage früher eintreten wird. Die Olivenblüte in westmediterranen Regionen könnte 6 Tage früher beginnen. Der Frühlingsbeginn wäre pro Grad Celsius Temperaturerhöhung 2,5 – 6 Tage früher. Für Großbritannien wurde prognostiziert, dass bis zum Jahr 2080 die Vögel mit der Eiablage im Durchschnitt acht bis 18 Tage früher beginnen als heute (Quelle: MACIS-Projekt).

Tabelle 19: Phänologische Veränderungen bei Pflanzen in Deutschland und Europa

Quelle: Olofsson et al. (2008)

Studie	Anzahl von Arten	Arten	Angesetzter Zeitraum	Phänologie-Veränderungen
Menzel & Fabian 1999	616	Pflanzen (Europa)	1959-1993	früheres Frühjahr: 1,9 Tage/Jahrzehnt
Menzel & Fabian 1999	616	Pflanzen (Europa)	1959-1993	verzögerter Herbst: 1,4 Tage/Jahrzehnt
Schaber & Badeck 2005	9	Pflanzen (Deutschland)	1984-1999	frühere Blüte (bis 21 Tage / Jahrzehnt), früheres Knospen (8,0 Tage/Jahrzehnt), längere Vegetationsperiode (bis 7,3 Tage / Jahrzehnt)
Menzel et al. 2006	561	Pflanzen, Tiere (Europa)	1971-2000	früherer Blattaustrieb und Blüte und Fruchtbildung (2,5 Tage/Jahrzehnt); Verzögerung des herbstlichen Blattfalls oder Laubverfärbung (0,2 Tage/Jahrzehnt)

Tabelle 20: Projektionen phänologischer Veränderungen

Quelle: Olofsson et al. (2008)

Studie	Anzahl von Arten	Arten	Rahmenbedingungen	Phänologie-Veränderungen
Crick und Sparks 1999	27 (36)	Vögel (UK)	2080	früheres Eierlegen (8 Tage, bis 18 Tage)
Roy und Sparks 2000	Keine Angabe	Schmetterlinge (UK)	Erwärmung um 1°C	erste Erscheinung und Höchststand von 2-10 Tagen früher
Osborne et al. 2000	1	Oliven (westliches Mittelmeer)	Erwärmung um 1°C	6 Tage frühere Blüte
Rosenzweig et al. 2007	Keine Angabe	N. A.	Erwärmung um 1°C	früherer Frühling um 2,5-6 Tage
Visser & Both (2005)	2	Raupe (Operophtera brumata) und Kohlmeise (Niederlande)	2005-2010	18 Tage früherer Höchststand; 15 Tage früherer Ablagetag

Die phänologischen Veränderungen sind vermutlich auch abhängig vom Breitengrad, da phänologische Veränderungen deutlicher im Norden Europas in Erscheinung treten. Nach Root et al. (2003) beginnt der Frühling im Bereich zwischen 50. und 72. Breitengrad um 5,5 Tage pro Jahrzehnt früher, aber nur mit einer Veränderung von 4,2 Tagen pro Jahrzehnt im Bereich des 32. bis 49,9. Breitengrads (so auch Parmesan, 2007): je weiter nördlich, desto stärker die bisherigen phänologischen Veränderungen).

Die durchschnittliche Vorverlegung des Frühjahrs in Mitteleuropa während der Jahre 1970-2000 betrug 2,5 Tage pro Grad Celsius, während der Herbst sich im Mittel um 1,0 Tage pro Grad Celsius Temperaturerhöhung verzögert hat (Menzel et al. 2006).

4.1.2.2 Temperaturgesteuerte Veränderung von Verbreitungsbildern

Die Mehrzahl der Untersuchungen zu Verhaltens- bzw. Verbreitungsänderungen von Arten beschäftigt sich mit den Auswirkungen von Temperaturveränderungen, weniger jedoch mit Niederschlagsänderungen oder Extremereignissen (BfN 2004). Die meisten Untersuchungen behandeln auffällige und gut untersuchbare Artengruppen wie Vögel, Libellen und Schmetterlinge (vgl. Thomas 2010, Hassall & Thompson 2008), nur selten sind auch weitere Artengruppen gut dokumentiert. Dagegen ist die Verbreitung der Gelbbindigen Furchenbiene, die sich seit 1980 in Baden-Württemberg ausgebreitet hat (UM & LUBW 2012), gut dokumentiert.

4.1.2.3 Beobachtete Veränderungen in Verbreitungsgebieten

Die Verschiebung von Verbreitungsgebieten (Höhe über dem Meeresspiegel, Breitengrad) ist eine der bislang am eindeutigsten bemerkbaren und am meisten untersuchten Reaktionen.

Klimatische Bedingungen, besonders Temperatur und Feuchte, bestimmen die Eignung von Regionen für bestimmte Arten. Veränderungen in diesen klimatischen Bedingungen werden daher wahrscheinlich die Verbreitung von geeigneten Gebieten verändern. Diese Veränderungen im Breitengrad und in der Höhe werden Verbreitungsgebietsverschiebungen genannt. Eine Erwärmung um 1° C in Europa entspricht etwa einer 150 km Verschiebung nach Norden (Watson et al. 1998) oder einer Verschiebung in der Höhe um 150 – 180 Meter, je nach angesetzter Höhenabnahme der Temperatur (150 m: 0,65° C per 100 Höhenmeter nach Met Office (2008); 180 m: 0,55° C per 100 Höhenmeter in den Alpen (Ozenda & Borel 1991)). Ellenberg & Leuschner (2010) setzen 0,57° C per 100 Höhenmeter in den Alpen an. Eine um 100 m größere Höhe über dem Meeresspiegel bedeutet im Mittel eine Verkürzung der pflanzlichen Wachstumsperiode um sechs bis sieben Tage (Ellenberg & Leuschner 2010, S. 676).

In temperierten und kälteren Gebieten Europas können Verschiebungen der Verbreitungsgebiete nach Norden, Nordosten und/oder in die Höhe die Ausdehnung von geeigneten Räumen nach Norden bedeuten. Dies kann aber auch gleichzeitig den Verlust von Verbreitungsgebieten durch Verschiebung der südlichen Verbreitungsgrenze nach Norden bedeuten, oder den Verlust von Vorkommen in tieferen Höhenlagen. Diese Muster werden auch durch die Veränderung im Niederschlag auf komplexe Weise beeinflusst.

Nachweise der Verschiebung von Verbreitungsgebieten von Arten aufgrund des aktuellen Klimawandels liegen in einer Reihe von Übersichtsarbeiten vor (Hickling et al. 2006, Parmesan & Yohe 2003). Bislang wurden v. a. Verschiebungen der Verbreitungsgebiete von polaren, borealen und gemäßigten Arten publiziert. Verbreitungsgebietsverschiebungen in die Höhe wurden meist für Pflanzenarten (Grabherr et al. 1994), aber auch für Schmetterlinge (Wilson et al. 2007) nachgewiesen. Zunächst war bei intensiv untersuchten Artengruppen wie Pflanzen, Vögeln, Libellen und Schmetterlingen eine Verschiebung ihrer Verbreitungsgrenzen nach Norden beobachtet worden (Parmesan et al. 1999, Parmesan & Yohe 2003, Root et al. 2003). Aber auch

bei weniger intensiv beobachteten Artengruppen (z. B. Heuschrecken, Netzflügler, Spinnen, Laufkäfer etc.) konnten Arealveränderungen festgestellt werden (Hickling et al. 2006). Die folgende Tabelle stellt beobachtete Verschiebungen des Verbreitungsgebiets von Arten in Europa zusammen (nach Olofsson et al. 2008).

Tabelle 21: Beobachtete Verschiebungen des Verbreitungsgebiets

Quelle: Olofsson et al. (2008)

Abkürzungen: GB: Großbritannien

Studie	Anzahl von Arten	Arten	Angesetzter Zeitraum	Verschiebung der Verbreitungsgebiete
<i>Breitengrad: nach Norden</i>				
Thomas und Lennon 1999	59	Vögel (GB)	1970-1990	9,4 km /Jahrzehnt
Parmesan und Yohe 2003	99	Vögel, Schmetterlinge, alpine Kräuter (global)	Keine Angabe	6,1 km /Jahrzehnt
Brommer 2004	116	Vögel (Finnland)	1976-1988	16 km /Jahrzehnt
Franco et al. 2006	2	Schmetterling (GB)	1985-2004	45 km /Jahrzehnt
Hickling et al. 2006	329	16 taxonomische Gruppen (GB)	1970-1995	18 km / Jahrzehnt (Libellen: 42 km/Jahrzehnt; Amphibien und Reptilien: 33 km/Jahrzehnt)
Mittika et al. 2008	1	Landkärtchen (Araschnia levana) (Finnland)	1983-1991 1992-1998 1999-2004	13 km /Jahrzehnt 15 km /Jahrzehnt 75 km /Jahrzehnt
<i>Höhe über dem Meeresspiegel: in höhere Lagen</i>				
Grabherr et al. 1994	9	alpine Pflanzen (Alpen)	1913-1992	bis zu 4 m / Jahrzehnt
Kullmann 2001	3	Baumgrenzen (Schweden)	1900-2000	10-16 m / Jahrzehnt
Konvicka et al. 2003	15 (117)	Schmetterlinge (Tschechische Republik)	1965-1988	18 m / Jahrzehnt
Parmesan und Yohe 2003	99	Vögel, Schmetterlinge, alpine Kräuter (global)	N. A.	6,1 m / Jahrzehnt
Penuelas und Boada 2003	1	Fagus sylvatica (Spanien)	1945-2000	13 m / Jahrzehnt
Tryjanowski et al. 2005	1	Weißstorch (Polen)	1974-1999	48 m / Jahrzehnt
Walther et al. 2005b	18	Alpine Pflanzen (Schweiz)	1905-2003	28 m / Jahrzehnt
Dobbertin et al. 2005	1	Viscum album (Schweiz)	1910-2003	ca. 20 m/ Jahrzehnt
Franco et al. 2006	1	Schmetterlinge (GB)	1985-2004	74 m / Jahrzehnt
Hickling et al. 2006	329	16 taxonomische Gruppen (GB)	1970-1995	10 m / Jahrzehnt (Verbreitungsgebiet: Weichkäfer 25 m / Jahrzehnt; Amphibien, Reptilien 13 m / Jahrzehnt)
Gehrig-Fasel et al. 2007	N.A.	Baumlinie (Schweiz)	1985-1997	23 m / Jahrzehnt
Wilson et al. 2007	107	Schmetterlinge (Zentralspanien)	1970-2004	85 m / Jahrzehnt

Beispiel Deutschland:

Bei den meisten Vogelarten lässt sich eine Nordverschiebung der Verbreitungsgrenzen feststellen, selbst bei weit verbreiteten Arten wie Amsel, Hausrotschwanz, Mäusebussard. Ein prägnantes Beispiel für eine Nordverschiebung ist der Bienenfresser. Der Bienenfresser, der zwischen 1990 und 2006 Rheinland-Pfalz neu besiedelte und seine Brutvorkommen in Baden-Württemberg und Sachsen-Anhalt deutlich vergrößerte, zeigt eine deutliche Ausbreitung. Jedoch gibt es auch einige wenige Beispiele für eine südwärtsige Verschiebung, z. B. Star und Bachstelze.

In Deutschland sind neben Vögeln die Libellen in Bezug auf Verbreitungsänderungen am besten untersucht. Ott (1996) beschrieb in den 1990er Jahren zunächst die Ausbreitung der Feuerlibelle (*Crocothemis erythrea*). Südliche Mosaikjungfer (*Aeshna affinis*) oder Südliche Binsenjungfer (*Lestes barbarus*) zeigen ebenso eine deutliche Ausbreitung nach Norden, wie spätere Untersuchungen ergaben (Ott 2007).

Beispiel Baden-Württemberg:

In einigen Gebieten Deutschlands sind Verluste oder Zugewinne an Vogelarten gut dokumentiert. Für die Bodenseeregion liegen langjährige Beobachtungen vor (Böhning-Gaese & Trautmann 2008). Waren im Zeitraum 1980 bis 1990 noch keine Zuwanderungen südlicher Vogelarten zu beobachten, so kam es zwischen 1990 und 2000 bereits zu einer nachweisbaren Zunahme von Arten wie der Zaunammer und dem Purpureiher. Des Weiteren wanderten in diesem Zeitraum Orpheusspötter, Zippammer, Felsenschwalbe, Mittelmeermöwe und Alpensegler ein. Starke Abnahmen (bis 84 %) wurden bei Gelbspötter, Fitis, Krickente, Bekassine und Uferschnepfe beobachtet. Bei den in Wiesen brütenden Vogelarten kann dies jedoch auch durch eine Verschlechterung ihres Lebensraums und durch Landnutzungsänderungen erklärt werden (Böhning-Gaese & Trautmann 2008).

Beispiel Großbritannien:

Auch aus anderen Staaten sind vergleichbare Phänomene bekannt und insbesondere für Großbritannien gut dokumentiert: Von 329 Arten aus 16 Artengruppen verlagerten 275 ihre Arealgrenzen nach Norden, 52 nach Süden und nur bei zwei Arten konnten keine Änderungen in einer Größenordnung von 31 – 60 km (d. h. ca. 1,2 bis 2,4 km pro Jahr) festgestellt werden (Beobachtungszeitraum im Mittel 25 Jahre). 227 Arten zeigten eine Höhenverschiebung, 102 Arten verlagerten ihre Areale in tiefere Lagen, so dass im Mittel eine Höhenverschiebung von +4,7 bis +10,7 m pro Jahrzehnt resultierte. Zwölf der 16 untersuchten Artengruppen zeigten eine signifikante Nordverschiebung und Höhenverschiebung. Die Arealveränderungen gut untersuchter Artengruppen (Vögel, Säugetiere und Schmetterlinge) lag im Beobachtungszeitraum bei ca. 30 - 32 km nordwärts (Hickling et al. 2006).

Konsequenzen

Konsequenz der Verschiebung von Verbreitungsgebieten nach Norden oder in höhere Lagen von Gebirgen kann eine Veränderung der Artenzahlen sein. So führte z. B. nach Walther et al. (2002), Vittoz et al. (2008) und insbesondere Walther et al. (2005b) die Aufwärtsverschiebung alpiner Pflanzen (Zeitraum 1985 – 2003) zu einer Zunahme des Artenreichtums von im Mittel 3,7 Arten pro Jahrzehnt, zwischen 1905 und 1985 betrug die Zunahme lediglich 1,3 Arten pro Jahrzehnt. Vittoz et al. (2008) beobachtete eine Zunahme der Artenzahl thermophiler Pflanzen an einem isolierten Berggipfel, der von Gletschern in den Schweizer Alpen umgeben ist. Weitere Beispiele für die Zunahme der Artenzahl in den Hochlagen der Alpen finden sich bei Grabherr et al. (1994), Grabherr (2003), Walther et al. (2005b), Vittoz et al. (2006, 2008) und Pauli et al. (2007).

Weiter muss darauf verwiesen werden, dass im Mittelmeerraum die Artenzahl von Tagfaltern nach Wilson et al. (2007) negativ mit der Temperaturzunahme korreliert und positiv mit der Niederschlagsmenge (Stefanescu et al. 2003), was das besondere Risiko für Arten dieser Region zeigt. Weiter sind aus dem Mittelmeer-Raum bereits Arbeiten bekannt, die neben einer Zunahme der Artenzahl in den Hochlagen der Gebirge bereits einen Verlust von Arten niedriger Lagen zeigen (Wilson et al. 2007).

Viele Libellen mit überwiegend mediterraner Verbreitung treten seit den 1980er Jahren vermehrt in Deutschland auf. Sie zeigen eine Areal-Erweiterung nach Norden und eine Besiedelung höher gelegener Gewässer (Ott 2000). Die Feuerlibelle (*Crocothemis erythraea*) ist eine auffällige Art, die sich in Deutschland ausbreitet (Ott 1996). Diese v. a. an Standgewässern lebende Großlibelle wurde 1918 erstmals in Deutschland nachgewiesen und hat ihr Areal seit den 1980er Jahren vom Oberrheintal aus nach Norden bis nach Nordrhein-Westfalen erweitert. Weitere sich nach Norden ausbreitende Libellen sind die Südliche Binsenjungfer (*Lestes barbarus*) und die Südliche Mosaikjungfer (*Aeshna affinis*). Im Gegenzug ist mit einem Rückgang von speziell an kühlere Lebensräume angepassten Arten zu rechnen. Dieser Rückgang wurde z. T. bereits nachgewiesen (Ott 2007, Schlumprecht et al. 2004: mehrere Libellenarten mooriger Gewässer).

Unter den Tierarten sind die Veränderungen von Verhalten und Verbreitung bei Vögeln am besten untersucht (Olofsson et al. 2008). Veränderungen zeigen sich z. B. bei Zugzeiten, durch einen früheren Beginn der Brutsaison und durch Arealverschiebungen (z. B. Gordo 2007, Gregory et al. 2009, Huntley et al. 2007, 2008, Schaffer 2009). Änderungen des Verhaltens von wandernden Tierarten wurden bisher vor allem bei Vögeln nachgewiesen, da deren Zugstrecken intensiv beobachtet werden.

Beispiele:

Ein zunehmender Anteil der mitteleuropäischen Population der Mönchsgrasmücke überwintert seit etwa 35 Jahren nicht mehr wie davor im Mittelmeerraum, sondern zieht stattdessen in nordwestlicher Richtung auf die Britischen Inseln. Dies verringert die Zugstrecke und verschafft der Art vermutlich Konkurrenzvorteile (Berthold 1998). Bei Arten wie Hausrotschwanz, Sommergoldhähnchen oder Stieglitz steigt der Anteil von Individuen, die ihr Zugverhalten aufgeben und versuchen, im Brutgebiet zu überwintern (nach BfN 2004).

Der Bienenfresser ist eine auffällige Vogelart mit Hauptverbreitung im Mittelmeerraum, der seit den 1990er Jahren regelmäßig in Deutschland in zunehmender Anzahl brütet. Er ist mittlerweile bis nach Cuxhaven vorgedrungen. Von dem ursprünglich in Südwesteuropa brütenden Orpheusspötter wurden schon in Westfalen, Hessen und Niedersachsen mehrere Brutpaare beobachtet (Sudfeldt et al. 2009). Neben vielen Vogelarten, bei denen sich das Verbreitungsgebiet nach Norden erweitert hat, gibt es auch einige Beispiele für nördliche Arten, deren Lebensraum – vermutlich aufgrund der Erwärmung – geschrumpft ist. Zu diesen gehören z. B. Bergente, Eisente, Schneeeule, Rotdrossel und Bergfink (Berthold 1998).

Anhaltend milde Winter werden voraussichtlich zu Änderungen in der Zusammensetzung von Vogelgemeinschaften führen, da Standvögel und Kurzstreckenzieher gegenüber den Langstreckenziehern begünstigt werden (BfN 2004). Lemoine & Böhning-Gaese (2003) führen die beobachtete deutliche Abnahme der Individuendichten von Langstreckenziehern in der Bodensee-Region zwischen den Zählungen von 1980-81 und 1990-92 auf diesen Effekt zurück. Auch Sudfeldt et al. (2009) weisen auf die Abnahme von Langstreckenziehern, wie Zwerg-,

Trauerschnäpper und Waldlaubsänger in ganz Deutschland hin. Bei diesen Arten ist ein Rückgang zwischen 30 und 60 % seit 1990 festzustellen. Europaweit gesehen beträgt das Verhältnis zwischen Vogelarten, die sich weniger gut an die veränderten Bedingungen anpassen, gegenüber den Arten, die anscheinend bislang vom Klimawandel profitieren, ca. 3:1 (Schaffer 2009, Gregory et al. 2009). Nach Schaffer (2009) dürften Arten, die durch den Klimawandel in Deutschland negativ betroffen sind, voraussichtlich u. a. Weidenmeise, Waldlaubsänger, Tannenhäher oder Kleinspecht sein. Arten, die vermutlich profitieren, sind eher (südeuropäische) Arten wie Samtkopf- und Weißbartgrasmücke, Bienenfresser oder Zaunammer.

Die Temperatur-Erwärmung kann dazu führen, dass sich nicht heimische, Wärme liebende Arten (sei es durch zufällige Einschleppung oder absichtliches Ausbringen) ansiedeln und ausbreiten können. Ein gut untersuchtes Beispiel ist die allergieauslösende Beifuß-Ambrosie (vgl. UM & LUBW 2012), die sich in den wärmsten Gegenden Baden-Württembergs (zwischen Rastatt und Mannheim, rund um Freiburg, Stuttgart und Umgebung) angesiedelt hat, und sich mit zunehmender Temperatur-Erhöhung auch weiter ausbreiten kann. Auch ist aus vielen Städten Baden-Württembergs (z. B. Aalen, Ulm, Stuttgart, Konstanz oder Karlsruhe) die Ansiedlung von Wärme liebenden Pflanzenarten dokumentiert, z. B. Hirse, Götterbaum (nach UM & LUBW 2012).

4.1.3 Anpassungsprobleme von Arten

4.1.3.1 Beobachtete Arealverschiebungen sind langsamer als die Geschwindigkeit des Klimawandels

Die beobachteten Verschiebungen der Verbreitungsgebiete von Arten sind zu langsam, um mit der Temperaturerhöhung Schritt halten zu können. Dies ergibt sich aus einer Reihe von Untersuchungen:

Pflanzen:

a) Ellenberg & Leuschner (2010, S. 784) weisen darauf hin, dass zwar die Ergebnisse von Grabherr et al. (1995) eine Höhenverlagerung von einem Meter (maximal 4 m) pro Jahrzehnt belegen, aber die beobachtete Temperaturerhöhung 8-10 m Höhenanstieg pro Jahrzehnt bedeutet. Dies bedeutet, dass die Pflanzen mit der voranschreitenden Temperaturerhöhung nicht Schritt halten können.

b) Waldkräuter müssten mit einer Rate von 21 bis 39 km pro Jahrzehnt ihr Verbreitungsgebiet nach Norden verschieben, um mit der Temperaturänderung des Klimawandels Schritt halten zu können (Skov & Svenning 2004). Das ist deutlich mehr als bislang beobachtet.

Tagfalter:

In 13 europäischen Staaten existiert ein umfangreiches Monitoring von Tagfaltern (van Sway et al. 2010). Eine aktuelle gesamt-europäische Auswertung zeigt, dass seit 1990 die Veränderung der Tagfalter-Gesellschaften einer Verschiebung von 75 km nordwärts (Untersuchungszeitraum 1990-2009) entspricht (d. h. eine Rate von 4 km pro Jahr). Schmetterlingsgesellschaften können von Jahr zu Jahr aufgrund der jährlichen Wetterbedingungen sehr stark schwanken, der zugrunde liegende Langzeittrend ist jedoch eher dem Klimawandel als anderen Faktoren zuzuschreiben. In der gleichen Zeitperiode (1990-2009) stieg der Trend der Temperaturerhöhung steil an, wobei die Temperaturerhöhung einer durchschnittlichen Verschiebung nordwärts um 249 km entsprach. Dies

zeigt an, dass die Schmetterlinge – trotz Verlagerung ihrer Verbreitungsgebiete – nicht mit dem Klimawandel Schritt halten können.

Vögel:

Deviktor et al. (2008) belegen in Frankreich ebenfalls eine Verlagerung von Verbreitungsgebieten von Vogelarten, die jedoch mit der Temperaturerhöhung nicht Schritt halten kann.

Nach den umfangreichen Modellierungen von europäischen Vogelarten durch Huntley et al. (2008) wird die mittlere potenzielle Verschiebung der klimatisch geeigneten Verbreitungsgebiete bis zum Ende des 21. Jahrhunderts bei geschätzt 258 – 882 km, je nach Emissionsszenario und Klimamodell, in eine nordwestliche bis nordöstliche Richtung, liegen. Die Spannweite der einzelnen Arten betrug dabei zwischen 20 und 3.578 km. Um mit dem Klimawandel Schritt halten zu können, wäre eine mittlere Rate der Verschiebung der Verbreitungsgebiete von 36 – 66 km pro Jahrzehnt nötig (Huntley et al. 2008). Beobachtete Veränderungen betragen bei Vögeln jedoch nur 9,4 km /Jahrzehnt (Thomas & Lennon 1999, Großbritannien) oder 16 km/Jahrzehnt (Brommer 2004, Finnland).

4.1.3.2 Temperaturabhängige Projektionen für Veränderungen der Verbreitungsbilder

Aus fast allen Arbeiten zur Verschiebung von Verbreitungsbildern geht hervor, dass sich in Europa die Klimazonen generell von Südwesten nach Nordosten bewegen werden (Berry et al. 2006, Malcolm et al. 2006, Ohlemüller et al. 2006a, Williams et al. 2007). Viele Pflanzenarten werden sehr wahrscheinlich ihre Verbreitungsgebiete nach Norden ausdehnen, während sie in den südeuropäischen Bergen und den Mittelmeerregionen einen Rückgang ihrer Verbreitungsgebiete aufweisen werden. Daraus ergibt sich tendenziell eine Zunahme des Artenreichtums in Nordeuropa und eine wahrscheinliche Abnahme in Mittelmeergebieten (z. B. Bakkenes et al. 2002, Thuiller et al. 2005).

Ähnliche Muster werden für Amphibien und Reptilien erwartet, obwohl ihre begrenzten Ausbreitungsmöglichkeiten eine Expansion in den Norden verhindern könnte. Für diese Artengruppen (besonders Amphibien) ist Südwest-Europa die Region, die europaweit gesehen wahrscheinlich am stärksten beeinträchtigt werden wird, besonders durch eine Zunahme von Trockenheit in Kombination mit Temperaturzunahme (z. B. Araújo et al. 2006). Weitere Untersuchungen zu Pflanzen, Insekten, Vögeln und Säugetieren deuten ebenso darauf hin, dass eine allgemeine Verbreitungsgebietsverschiebung von Südwesten nach Nordosten erwartet werden kann (z. B. Harrison et al. 2006, Berry et al. 2007). Die Auswirkungen werden sich jedoch von Art zu Art unterscheiden (nach Olofsson et al. 2008).

Gefäßpflanzen: Thuiller et al. (2005) legen für Europa Modellprojektionen für den Zeitraum bis 2080 vor, wonach mehr als die Hälfte der 2.294 untersuchten Gefäßpflanzen gefährdet oder stark gefährdet sein könnte.

Diese Untersuchungen weisen in die gleiche Richtung wie die Modellierungen von Pompe et al. (2009, 2010a) für Deutschland. Für den derzeitigen Artenbestand bestehen erhebliche Gefährdungen durch den Klimawandel, v. a. bei Arten von Biotoptypen mit hohem Naturschutzwert (vgl. Pompe et al. 2010b). Die Berechnungen beruhen auf drei Erwärmungsszenarien (+2,2 °C,

+2,9 °C, +3,8 °C) aus drei verschiedenen Projektionsverfahren, auf der Basis des globalen Had3CM-Zirkulationsmodells.

Selbst bei einer angenommenen moderaten Klimaänderung (ca. +2,2 °C bis Prognosezeitraum 2080) verringern sich für ca. 60 % der 550 untersuchten Arten die modellierten Gebiete mit klimatisch geeigneten Bedingungen in Deutschland erheblich. Der Verlust an potenziellen Wuchsorten kann somit nicht durch Zugewinn neuer Vorkommen ausgeglichen werden. Bei mittlerer bzw. starker Klimaänderung erhöht sich der Anteil auf 62 bzw. 68 % der 550 untersuchten Arten. Während bei einem angenommenen moderaten Klimawandel 7 % der untersuchten Pflanzenarten mehr als drei Viertel ihres aktuellen Vorkommens verlieren, sind es bei starken Klimaänderungen bereits 20%. Zu den Arten, die bei starker Klimaänderung einer höheren Risikogruppe zugeordnet werden, zählen auch weit verbreitete Arten wie die Fichte (*Picea abies*). Bereits jetzt gefährdete Pflanzenarten wie Sumpf-Sternmiere (*Stellaria palustris*, RL D 3) oder Trollblume (*Trollius europaeus*, RL D 3) werden durch den Klimawandel voraussichtlich zusätzlich beeinträchtigt. Von den durch Pompe et al. (2009) modellierten 550 Arten sind 74 in der Roten Liste Deutschlands verzeichnet. Diese Rote Liste-Arten verlieren bei moderater Klimaänderung (+2,2 °C) ca. 32 % der geeigneten klimatischen Räume, während Arten ohne Gefährdungsstatus nur ca. 22 % ihres potenziellen Areals einbüßen werden.

Säugetiere: Auf europäischer Ebene ermitteln Levinsky et al. (2007) für 120 terrestrische Säugetiere (ausgenommen Fledermäuse) erhebliche klimabedingte Aussterberisiken. Ihre Modellprognosen für die Periode 2070-2099 unterscheiden die Annahme unbegrenzter und begrenzter Ausbreitungsmöglichkeit. Im ersten Fall ergibt sich für 1 % der Arten ein Aussterberisiko, im zweiten Fall für 5 – 9 %. Deutliche Verluste mit mehr als 30 % des gegenwärtigen Verbreitungsgebiets könnten 32 % (Szenario B1) der Säugetierarten, verglichen mit 46 % im Szenario A2, bei unbegrenzter Ausbreitungsmöglichkeit erleiden. Bei begrenzter Ausbreitungsfähigkeit im Szenario B1 erreichen die Prognosen bereits 70 sowie 78 % für das Szenario A2. Im Mittelmeerraum werden nach dieser Prognose die Artenzahlen sehr stark abnehmen, wogegen mittlere Breiten und Höhenlagen durchaus Zunahmen erzielen könnten.

Für die Fledermäuse Europas legen Rebelo et al. (2010) Modellierungen der möglichen Verbreitungsgebiete vor. Sie vergleichen drei Zeiträume (2020-30, 2050-60, 2090-2100) und vier IPCC-Szenarien (Kurzbeschreibung IPCC-Szenarios z. B. unter http://en.wikipedia.org/wiki/Special_Report_on_Emissions_Scenarios, oder z.B. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.php?idp=98>). Kälte liebende Arten mit nördlichem Verbreitungsschwerpunkt sind am stärksten betroffen. Mittel- oder südeuropäische Arten könnten z. T. ihr Areal ausdehnen, jedoch nur mittelfristig. Das extremste Szenario A1FI hat auch die stärksten Verluste zu Folge (Aussterben mehrerer Arten), die übrigen Szenarien wirken sich weniger schwerwiegend aus. Je länger die betrachteten Projektionszeiträume gewählt werden, umso negativer sind die Konsequenzen, auch für südeuropäische Arten.

Vögel: Für europäische Vogelarten wurden von Huntley et al. (2007) künftige Verbreitungsgebiete projiziert. Auf der Basis einer angenommenen Temperaturzunahme von ca. +3 °C verschieben sich bis zum Ende des 21. Jahrhunderts im Mittel die Verbreitungszentren um ca. 550 km nach Nordosten und die mittlere Arealgröße verkleinert sich um ca. 20 %. In der Folge wäre dies mit einem Verlust von Vielfalt auf der gesamten Fläche verbunden. Die durchschnittliche Überlappung der jetzigen und modellierten Areale beträgt nur ca. 40 %. Die größten Verluste werden

voraussichtlich bei arktischen, subarktischen und südwesteuropäischen Arten auftreten. Die im Modell ermittelten Verschiebungen der Verbreitungsgebiete mit ca. 5 km pro Jahr liegen deutlich über den bisher beobachteten Arealausweitungen zwischen einem und 2,4 km pro Jahr, d. h. selbst die gut ausbreitungsfähigen Vögel können ggf. den für sie geeigneten Klimabedingungen nicht schnell genug folgen (ebenso Böhning-Gaese & Trautmann 2008, Devictor et al. 2008).

Die Areal-Projektionen von Huntley et al. (2007) für die Vogelarten Europas (für einen Zeitraum bis 2100, für das IPCC-Szenario B2) wurden von Schaffer (2008) für Deutschland ausgewertet. Typische Offenlandarten wie Bekassine, Feldschwirl, Raubwürger oder Wiesenpieper würden demnach aus weiten Teilen Deutschlands verschwinden und ggf. nur noch am Alpenrand oder an der Küste vorkommen. Große Verluste sind für Arten des feuchten Grünlandes wie Weißstorch, Wachtelkönig, Kiebitz, Braunkehlchen oder auch für Arten strukturreicher Offenlandschaften wie Heckenbraunelle oder Klapper- und Gartengrasmücke zu erwarten, so dass sie nur noch sehr lückig in Deutschland verbreitet sein werden. Zunahmen sind bei Offenland-Arten wie Wiedehopf und Bienenfresser zu erwarten, ebenso die Neuansiedlung von mediterran verbreiteten Arten wie Blaumerle, Kurzzehenerle, Cisten- und Seidensänger oder Rothuhn.

Bei vielen Vogelarten ist eine Nordverschiebung ihres Verbreitungsgebiets (Zugweg, Winterfunde) zu beobachten sowie eine Tendenz zu verringertem Zugverhalten und damit eine zunehmende Zahl von Wiederfunden im Umfeld des Beringungsortes festzustellen. Nur bei wenigen Vögeln ist eine Südverschiebung zu beobachten, z. B. Bachstelze, Ringeltaube und Star.

Amphibien und Reptilien:

Für 42 Amphibien und 66 Reptilien Europas entwickeln Araujo et al. (2006) Projektionen klimatisch geeigneter Räume (Zeitraum bis 2050, bei fünf verschiedenen Szenarien). Die meisten Verluste sind in Südwesteuropa zu verzeichnen (Iberische Halbinsel, Balearen, Kanarische Inseln, mit einer Reihe von endemischen Arten). Die Arealverluste bei Amphibien liegen zwischen 21 und 55 %, je nach verwendeter Methode der Modellierung, wenn eine unbeschränkte Ausbreitungsfähigkeit angenommen wird, was jedoch als unrealistisch eingestuft werden muss. Wärme liebende Reptilienarten (z. B. Mauereidechse, Westliche und Östliche Smaragdeidechse, Würfelnatter, Äskulapnatter, Schlingnatter und Aspispiper), deren Verbreitung in Mitteleuropa stark durch das Klima beeinflusst wird, könnten von dem erwarteten Temperaturanstieg im Frühjahr und Sommer profitieren (Rödder & Schulte 2010).

Tagfalter:

Für die Mehrzahl der Tagfalter Europas, d. h. auch für viele stark gefährdete Tagfalter oder für Tagfalter der FFH-Richtlinie, liegt eine Prognose der klimawandelbedingten Verbreitungsänderungen unter drei Szenarien (A1FI, A2, B2) vor (Settele et al. 2008), die überwiegend Arealverluste prognostizieren. Die prognostizierten Areal-Veränderungen wurden in sechs Risiko-Klassen eingestuft.

Demnach weist beispielsweise der Dunkle Ameisenbläuling (*Maculinea nausithous*) ein extrem hohes Risiko für Arealverluste auf, der Helle Ameisenbläuling (*M. telejus*) ein sehr hohes Risiko, und der Quendel-Ameisenbläuling (*M. arion*) ein mittleres Risiko. Heller und Dunkler Ameisenbläuling kommen auf Mageren Flachland-Mähwiesen vor, der Quendel-Ameisenbläuling auf Kalk-(Halb-)Trockenrasen. Apollofalter (*Parnassius apollo*) und Schwarzer Apollofalter (*Parnassius mnemosyne*) sind einem hohen Risiko, der Große Feuerfalter (*Lycaena dispar*) einem

mittleren Risiko ausgesetzt. Nur zwei von 14 FFH-Tagfalterarten Deutschlands sind nach der Projektion von Settele et al. (2008) gering durch den Klimawandel gefährdet.

Die meisten der oben genannten FFH-Tagfalter stehen zudem auf der baden-württembergischen oder bundesdeutschen Roten Liste, da sie durch Habitatverluste und Landnutzungswandel bereits gefährdet sind. Der Klimawandel kommt als zusätzlicher Gefährdungsfaktor hinzu. Nach Settele et al. (2008) weisen nicht nur die FFH-Tagfalter des Offenlandes, sondern auch die des Waldes ein hohes oder sehr hohes Risiko von Arealverlusten auf. Bei dieser Modellierung sind die Interaktionen der Arten mit Futterpflanzen, symbiontischen Ameisen oder Parasiten jedoch nicht berücksichtigt. Möglicherweise ist ihre Gefährdung daher noch stärker, da sich z. B. das Verbreitungsgebiet der Futterpflanzen verändern und eventuell nicht in den für die Falter projizierten Arealen vorkommen kann.

Durch den Klimawandel gibt es voraussichtlich sehr viele Verlierer und sehr wenige Gewinner. Die häufig im Zusammenhang mit dem Klimawandel genannten Arten wie Bienenfresser und Feuerlibelle sind attraktive und medienwirksame Arten, aber nicht repräsentativ für die Probleme, die bei den heimischen Arten im Zusammenhang mit dem Klimawandel auftreten werden.

4.1.3.3 Temperaturabhängige Projektionen der Verlagerung von Verbreitungsgebieten

Projizierte Veränderungen in der Verbreitung von Arten konzentrieren sich vor allem auf Aussagen zu prozentualen Veränderungen, d. h. um wie viel Prozent das Verbreitungsgebiet zu- oder abnehmen könnte, unter der Annahme verschiedener Klimawandelszenarien. Eine damit einhergehende räumliche Verlagerung des Areals mit den entsprechenden Distanzen, die die jeweiligen Arten zukünftig zurücklegen müssten, um diese Flächen zu erreichen, wird dagegen selten ermittelt. Eine Literaturrecherche im ISI Web of Science ergab insgesamt sieben Publikationen zu europäischen Arten, Artengruppen bzw. ökologischen Gilden, die genaue Angaben zu Distanzen machen (vgl. folgende Tabelle), neben der oben zitierten Arbeit von Huntley et al. (2007). Ein weiterer Artikel projizierte mögliche Veränderungen in der Zahl der Generationen pro Jahr. Die ausgewerteten Artikel (Stand September 2012) umfassen die Artengruppen Libellen (2x), Vögel (2x), Pflanzen (3x) und Makroinvertebraten. Soweit nicht anders angegeben wird als Bezugszeitraum der Gegenwart der Zeitraum 1961-90 angenommen, so dass sich 1990 als Ausgangspunkt für die Berechnung jährlicher Verschiebungen ergibt. Als Beurteilungsgrundlage wird der Zentroid, d. h. der Mittelpunkt einer Fläche verwendet: Mit Fläche ist hier das Verbreitungsareal (d. h. eine unregelmäßig geformte Fläche) gemeint.

Die Hälfte der Artikel befasst sich mit Verbreitungsveränderungen auf europäischem Maßstab. Eine Studie von Doswald et al. (2009) modellierte die Auswirkungen einer Klimaerwärmung auf Brutgebiete und Winterquartiere von Zugvögeln der Gattung *Sylvia* (Grasmücken) in Europa und Nordafrika. Modelliert wurden insgesamt 17 Grasmückenarten, deren Brutgebiet in Europa und/oder Nordafrika liegt, unter Verwendung des Klima-Szenarios B2 (+2,4°C). Im Mittel resultierten die Modelle in einer Verschiebung des Zentroids der Brutgebiete um 3,8-4,4° geografischer Breite (ca. 422-489 km) nach Norden bis zum Jahr 2100. Im gleichen Zeitraum projizierten die Modelle eine Verschiebung des Zentroids der Winterquartiere um 1,8-2,3° (ca. 200-256 km) nach Norden. Dies entspricht einer jährlichen Verschiebung um 3,8-4,5 km für die

Brutgebiete und um 1,8-2,3 km für die Winterquartiere bei einer jährlichen Temperaturerhöhung um 0,02°C. Darüberhinaus wurden Veränderungen der Migrationsdistanzen zwischen Winterquartier und Brutgebiet ermittelt. Für Vögel, die die Sahara überqueren, ergab sich im Mittel eine Zunahme der Migrationsdistanz um 413 km bis zum Jahr 2100. Für Kurzstrecken-Zieher, Standvögel und Teilzieher würde sich die Migrationsdistanz um 201 km bis 2100 erhöhen.

Meier et al. (2012) untersuchten den Einfluss des Klimawandels auf die Migrationsraten von 14 Baumarten (vier Koniferen, zehn Laubbäume) in Europa. Sie ermittelten eine derzeitige mittlere Migrationsrate von 108,2 m/a für Arten früher Sukzessionsstadien und 11,7 m/a für Arten mittlerer bis später Sukzessionsstadien. Projektionen der Verbreitung bis in das Jahr 2100 gehen von zwei Szenarien aus: A1FI (+4°C) und B1 (+1,8°C). Desweiteren wurden drei Ausbreitungsszenarien berücksichtigt: keine Ausbreitung, uneingeschränkte Ausbreitung und realistische Ausbreitung. Je nach Szenario verschieben sich die Areale bis zum Ende des 21. Jahrhunderts im Mittel um 156,7 m/a (A1FI) bzw. 164,3 m/a (B1) bei einer uneingeschränkten Ausbreitungsmöglichkeit. Ausgehend von keiner Ausbreitung würde sich eine Verschiebung um 15,2 m/a (A1FI) bzw. 16 m/a (B1) ergeben. Geht man dagegen von einer realistischen Ausbreitung aus, ergibt sich für Arten früher Sukzessionsstadien eine Verschiebung um 153,1 m/a (A1FI) bzw. 158 m/a (B1) und für Arten mittlerer bis später Sukzessionsstadien eine Verschiebung von 15,2 m/a (A1FI) und 15,9 m/a (B1). Damit entspricht die modellierte realistische Migrationsrate der Arten früher Sukzessionsstadien ungefähr der uneingeschränkten Ausbreitung, während sich die realistische Migrationsrate der Arten mittlerer bis später Sukzessionsstadien weitgehend mit dem Szenario „keine Ausbreitung“ deckt. Arten früher Sukzessionsstadien hätten damit potentiell die Möglichkeit, mit dem Klimawandel Schritt zu halten. Arten mittlerer bis später Sukzessionsstadien könnten sich dagegen nur sehr langsam ausbreiten und ihre Verbreitungsgebiete nicht in den geeigneten klimatischen Räumen halten.

Eine weitere Studie beschäftigte sich mit insgesamt 26 Wald-Pflanzenarten (Kräuter) in Europa (Skov & Svenning 2004). Unter Berücksichtigung der Emissionsszenarien B1 (+1,8°C) und A2 (+3,4°C) bestimmten die Autoren die mittlere minimal erforderliche Migrationsrate pro Jahr, um mit der Verschiebung geeigneter Klimabedingungen bis zum Projektionszeitraum 2070-99 mitzuhalten. Dabei unterschieden sie zwischen der Migrationsrate ausgehend vom Arealrand zum projizierten Verbreitungszentroid und zwischen aktuellem und projiziertem Zentroid. Bei ersterem wurde eine mittlere Migrationsrate von 2,1 km/a (B1) bzw. 3,9 km/a (A2) ermittelt. Ausgehend vom aktuellen Verbreitungszentroid wäre eine mittlere Migrationsrate von 5,6 km/a (B1) bzw. 9,3 km/a (A2) erforderlich. Von den Autoren wurde vor allem eine Verschiebung der Verbreitung nach Norden und teilweise nach Osten projiziert.

Zwei weitere Artikel wurden zu projizierten Verbreitungsänderungen von Libellen gefunden. Die Arbeit von Söndgerath et al. (2012) analysierte den Lebenszyklus der Gemeinen Keiljungfer (*Gomphus vulgatissimus*) in Europa mit Schwerpunkt auf dem Voltinismus dieser Art. Unter Berücksichtigung des IPCC-Szenarios B2a (+1,7°C) wurde die Veränderung im Voltinismus bis zum Jahr 2050 projiziert (ausgehend von einem Referenzzeitraum von 1950-2000). Der aktuelle Lebenszyklus variiert von zwei bis vier Jahren. Aufgrund der Erwärmung könnte sich der Lebenszyklus zukünftig verkürzen: um ein halbes Jahr pro Generation im südlichsten Europa (bis ca. 48°N), um ein Jahr in Nordeuropa bis hin zu zwei Jahren im nördlichsten Europa, wo die Art derzeit noch nicht vorkommt.

Die zweite Studie zu Libellen befasst sich mit den Arten Alpen-Smaragdlibelle (*Somatochlora alpestris*) und Arktische Smaragdlibelle (*S. arctica*) in Rumänien (De Knijf et al. 2011). Modellierungsergebnisse, ausgehend von einer Temperaturerhöhung um 1,5°C und 3°C, bis zum Jahr 2100 projizieren eine Höhenverschiebung von 200 m bzw. 600 m und einen gleichzeitigen Verlust des Verbreitungsareals von 40 % bzw. 90 %. Die Ergebnisse beruhen auf der Annahme, dass sich bei einer Temperaturerhöhung um 1,5°C die Höhenverbreitung um 100 m je 0,7°C Temperaturerhöhung verschiebt. Für das Szenario +3°C wird von einer Höhenverschiebung von 100 m je 0,5°C Erwärmung ausgegangen.

Eine zweite Arbeit zu Vögeln beschäftigte sich mit den potentiellen Auswirkungen auf die Höhenverbreitung der Ringdrossel (*Turdus torquatus*) und der Amsel (*Turdus merula*) in der Schweiz (Von dem Bussche et al. 2008). Für *T. torquatus* und *T. merula* ergibt sich bei einer Erhöhung der Julitemperatur um 3,9°C bis zum Jahr 2070 eine Höhenausbreitung von 440 m (*T. torquatus*) bzw. 130 m (*T. merula*) Höhe. Das entspricht einer Höhenverlagerung von 5,5 m/a bzw. 1,6 m/a bei einer jährlichen Temperaturzunahme im Juli von 0,05°C.

Eine weitere Veröffentlichung zur potentiellen Entwicklung der Flora in Deutschland legte den Schwerpunkt auf Diversitätsveränderungen (Pompe et al. 2008). Modellprojektionen für drei unterschiedliche Temperaturszenarien (+2,2°C, +2,9°C und +3,8°C) für insgesamt 845 europäische Pflanzenarten projizieren für Deutschland einen Verlust von 15 – 39 % der Arten bis zum Jahr 2080, vor allem im Osten und Südwesten Deutschlands. Das hieße, dass Baden-Württemberg besonders betroffen wäre.

In einer Studie von Domisch et al. (2011) wurden mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Verbreitung von Makroinvertebraten in Flüssen der deutschen Mittelgebirge untersucht. Insgesamt wurden 38 Arten aus neun taxonomischen Gruppen modelliert und Projektionen für das Jahr 2080 erstellt. Angenommen wurden dabei zwei verschiedene IPCC-Szenarien: A2a (+3°C) und B2a (+1,7°C). Die Modelle projizieren eine mittlere Höhenverschiebung von 122 m (A2a) und 83 m (B2a). Dies entspricht einer Höhenverschiebung von 1,4 m/a bzw. 0,9 m/a bei einer jährlichen Erhöhung der Jahresmitteltemperatur von 0,03°C bzw. 0,02°C.

Insgesamt kann anhand der Modellierungsergebnisse eine Verschiebung der Areale der untersuchten Arten nach Norden bzw. in höhere Lagen festgestellt werden, sowohl auf der Maßstabsebene Europas als auch auf kleinräumiger Ebene in Deutschland. Der Grad der Verschiebung unterscheidet sich dabei zwischen den Artengruppen. Bei ausbreitungsstarken Arten, wie z. B. Vögeln, ist die Fähigkeit zum Erreichen neuer klimatischer Flächen in der Geschwindigkeit der Klimaverschiebung in Europa denkbar, vorausgesetzt geeignete Habitate sind dort vorhanden. Ausbreitungsschwache Arten oder Arten mit speziellen Habitatansprüchen hingegen werden kaum mit der Klimaveränderung Schritt halten können und lokal einem erhöhten Aussterberisiko unterliegen.

Damit einhergehend dürfte sich auch die Artenvielfalt innerhalb Europas verändern. Im Süden könnten Arten durch Erreichen der maximalen Temperaturtoleranz aussterben und kälteangepasste Arten können nur begrenzt nach Norden oder in höhere Lagen ausweichen. In den gemäßigten Breiten Mitteleuropas könnte hingegen die Artenvielfalt relativ stabil bleiben, allerdings in einer veränderten Artenzusammensetzung. Eine nordwärts gerichtete Ausbreitung ermöglicht die Besiedlung zukünftig potentiell geeigneter Flächen durch Wärme liebende Arten, die

neu nach Mitteleuropa einwandern könnten. Andere Arten wiederum könnten lokal in Mitteleuropa aussterben oder gezwungen sein, sich ebenfalls nach Norden auszubreiten.

Aufgrund der geringen Anzahl an Publikationen mit detaillierten Angaben zu Verschiebungsdistanzen von geeigneten Klimaräumen lässt sich jedoch nur bedingt eine umfassende Aussage treffen. Dies liegt v. a. an der einseitigen Auswertung und Publikationsform von Modellierungsstudien: Viele Arbeiten zu diesem Thema erläutern lediglich prozentuale Veränderungen des Verbreitungsgebietes (Zu-/Abnahme von Rasterfrequenzen). Darüber hinaus böten sie jedoch auch die Möglichkeit zur Abschätzung von Distanzen, um die sich geeignete Flächen verschieben und die die jeweiligen Arten überwinden müssten, was aber in den meisten Artikeln von den jeweiligen Autoren leider nicht durchgeführt wird. Eine zusätzliche Fokussierung darauf erscheint dringend notwendig. Nur so ließe sich ermitteln, welche Ausbreitungsraten notwendig wären und ob diese von der jeweiligen Art geleistet werden könnten.

4.1.3.4 Projiziertes Aussterben

Dass die klimawandelinduzierten Verschiebungen von Verbreitungsgebieten, v. a. die Areal-Verkleinerung, zum Aussterben von Populationen geführt hat, ist bislang nur bei sehr wenigen Arten belegt, z. B. bei Tagfaltern (Franco et al. 2006) und Amphibien (Pounds et al. 1999, Parmesan 2006, Pounds et al. 2006), da es schwierig ist, den bisherigen Klimawandel als einzigen Grund für den Populationsrückgang zu identifizieren (Thomas et al. 2006).

Eine Reihe von Projektionen versucht, klimawandelbedingtes Aussterben von Arten abzuschätzen. Ein Schätzwert ist, dass global gesehen durchschnittlich 20 – 30 % der Pflanzen- und Tierarten ein ansteigendes Aussterberisiko im 21. Jahrhundert haben werden (Fischlin et al. 2007). Thuiller et al. (2005) modellierten die künftige Verbreitung von 1.350 europäischen Pflanzenarten und projizierten, dass bis zum Jahr 2080 mehr als 50 % der modellierten Arten gefährdet oder vom Aussterben bedroht sein werden, wenn keine Ausbreitungsfähigkeit angenommen wird. Guisan & Theurillat (2000b) ermitteln für Gebirgspflanzen in Hochlagen Aussterberaten von bis zu 4,8 % im Jahr 2100 für eine Temperaturerhöhung von 4,5°C, wobei 38,7 % der Arten mehr als 90 % ihres klimatisch geeigneten Raumes verlieren.

Die meisten endemischen oder beinahe-endemischen Vogelarten Europas haben voraussichtlich keine oder nur eine sehr geringe Überlappung des künftigen mit dem jetzigen Verbreitungsgebiet und weisen daher ein erhöhtes Aussterberisiko auf (Huntley et al. 2008).

Tabelle 22: Projizierte Veränderungen in der Verbreitung von Arten

Quelle: eigene Recherche im ISI Web of Science

Autor	Jahr	Projektionszeitraum	Art oder Artengruppe	Klimaveränderung	Auswirkung
Doswald et al.	2009	2071-2100	17 Grasmückenarten (<i>Sylvia</i> sp.)	+2,4°C (B2)	Zentroidverschiebung nach Norden: Brutgebiet im Mittel um 3,8-4,4° geografischer Breite; Winterquartier im Mittel um 1,8-2,3°
Meier et al.	2012	2100	14 Baumarten	+1,8°C (B1) und +4°C (A1FI)	Arealverschiebung um 153,1 m/a (A1FI) bzw. 158 m/a (B1) für Arten früher Sukzessionsstadien und 15,2 m/a (A1FI) bzw. 15,9 m/a (B1) für Arten mittlerer bis später Sukzessionsstadien
Skov & Svenning	2004	2070-99	Waldkräuter (26 Arten)	+1,8°C (B1) und +3,4°C (A2)	Zentroidverschiebung nach Norden und Osten um 2,1 km/Jahr (B1) und 3,9 km/Jahr (A2) 21-39 km/Dekade (benötigte minimale Migrationsrate)
Söndgerath	2012	2050	<i>Gomphus vulgatissimus</i>	+1,7°C (B2a)	Voltinismus, Verkürzung um ½ Jahr/Generation in Südeuropa (bis ca. 48°N), in Nordeuropa um 1 Jahr, bei neu hinzukommenden Flächen im Norden um bis zu 2 Jahre
De Knijf et al.	2011	2100	<i>Somatochlora alpestris</i> , <i>S. arctica</i>	+1,5°C und +3°C	200 m Höhenverschiebung (+1,5°C) bzw. 600 m (+3°C)
Huntley et al.	2008	2070-2099	Vögel (Europa): 431 Arten		258-882 km
Von dem Bussche et al.	2008	2070	<i>Turdus torquatus</i> , <i>T. merula</i>	+3,9°C Julitemperatur	Höhenverschiebung um 440 m (Median) bei <i>T. torquatus</i> , um 130 m bei <i>T. merula</i>
Pompe et al.	2008	2051-2080	845 europäische Pflanzenarten	+2,2°C (B1), +2,9°C (A2) und +3,8°C (A1FI)	Verlust von 15-19 % der Arten (+2,2°C) v. a. im Osten und Südwesten Deutschlands; 19-23 % (+2,9°C); 34-39 % (+3,8°C)
Domisch et al.	2011	2080	Makroinvertebraten	+3°C (A2a) und +1,7°C (B2a)	122 m (A2a) und 83 m (B2a) Höhenverschiebung

Einschränkend muss darauf verwiesen werden, dass die Mehrzahl der bisherigen Projektionen zum Aussterberisiko (z. B. oben zitierte Arbeiten) nur die Verschiebungen des Verbreitungsgebiets berücksichtigen (z. B. Vögel: Sekercioglu et al. 2008; Pflanzen im Mittelmeerraum: Bakkenes et al. 2002) und der Einfluss der Modellierungstechnik und der verwendeten Global-Klimamodelle groß ist (Araújo et al. 2006, Botkin et al. 2007, Thuiller et al. 2008). Ausbreitungsfähigkeit ist ein sehr wichtiger Faktor bei der Abschätzung des Aussterberisikos (Midgley et al. 2007; Araújo et al. 2006), jedoch nur für die wenigsten Arten genau bekannt, und je nach Annahme einer völlig fehlenden oder unbegrenzten Ausbreitungsfähigkeit ergeben sich unterschiedliche Projektionen für modellierte Verbreitungsgebiete (vgl. Jaeschke et al. 2012). Die Ausbreitung selbst und die grundlegenden Ausbreitungskapazitäten von Arten sind mit vielen unterschiedlichen höchst komplexen abiotischen sowie biotischen Prozessen gekoppelt und deutlich dynamischer als häufig angenommen. So zeigen einige Insekten deutlich erhöhte Vermehrungsraten bei höheren Temperaturen und eine damit verbundene Verbesserung der Ausbreitungsfähigkeiten. Ebenso zeigen aktuelle Untersuchungen von Menéndez et al. (2008), dass sich Arten durch Ausbreitung in neue Areale von ihren Parasiten (zumindest kurzzeitig) befreien können und damit eine erheblich bessere Ausbreitungsfähigkeit erreichen als in ihrem bisherigen Areal. Klimatische Änderungen begünstigen aber natürlich auch die Ausbreitung von Vektoren unterschiedlicher Parasiten oder Parasitoiden sowie von Krankheitserregern, welche die Fitness und damit verbunden die Ausbreitungsfähigkeiten von Arten verschlechtern könnten.

Wie die folgende Zusammenstellung (aus Olofsson et al. 2008) zeigt, geben die projizierten Aussterberisiken Anlass zu ernster Sorge: Die Aussterberisiken – allein durch den Klimawandel – sind teilweise sehr hoch und umfassen bis zu ca. 37 % der untersuchten Arten bis 2050 (Thomas et al. 2004). Diese Hochrechnung von Thomas et al. (2004) hat auch Eingang in die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS 2008) gefunden, da Leuschner & Schipka (2004) und DAS (2008) eine vergleichbare Größenordnung auch für Deutschland annehmen. Anhand eines stark vereinfachten Rechenmodells kamen Thomas et al. (2004) zu dem Schluss, dass bei einer Klimaerwärmung im mittleren Bereich der Prognosen aufgrund der bis 2050 eintretenden Veränderungen in den Verbreitungsbildern zwischen 15 % und 37 % der untersuchten rund 1.100 Arten aus fünf Kontinenten langfristig vom Aussterben bedroht sein werden. Diese Hochrechnung wird durch weitere Arbeiten von Thuiller et al. (2005) für die Pflanzen Europas oder Fischlin et al. (2007) gestützt.

Tabelle 23: Projektionen von Aussterberaten aufgrund des Klimawandels auf der Basis von Veränderungen der Verbreitungsgebiete

Quelle: Olofsson et al. (2008)

Studie	Anzahl von Arten	Arten	Angesetzter Zeitraum	Projektionen des Aussterbens
Guisan und Theurillat 2000b	62	alpine Pflanzen (Schweiz)	2100	1,6-4,8 % Aussterberate (abhängig vom Szenario)
Thomas et al. 2004	832 (Ausbreitung) 995 (keine Ausbreitung)	Säugetiere, Vögel, Reptilien, Schmetterlinge, Pflanzen (weltweit)	2050	15-37 % Arten, die aussterben werden (abhängig von der Ausbreitung)
Thuiller et al. 2005	1350	Pflanzen (Europa)	2080	27-42 % Artenverlust pro Rasterzelle (jedoch könnten diese Arten lebensfähige Populationen in anderen Rasterzellen

Studie	Anzahl von Arten	Arten	Angesetzter Zeitraum	Projektionen des Aussterbens
				aufrechterhalten)
Lawler et al. 2006	100	Säugetiere (westliche Hemisphäre)	2090	0-7 % Aussterberate (bei unbegrenzter Ausbreitung), 6-14 % Aussterberate (bei keiner Ausbreitung)
Malcolm et al. 2006	142794	Pflanzen und Vertebraten (weltweit)	2100	1-43 % (Durchschnitt 11,6 %) der endemischen Arten werden bis 2100 aussterben (Verbreitung ist abhängig von der Ausbreitung und Migration)
Ohlemüller et al. 2006	17	Holzwachse (Europa)	2095	Klimatische Bedingungen werden für 76 % der untersuchten Arten weniger geeignet sein
Berry et al. 2007	389	terrestrische und Küstenarten (Europa)	2080	1,5 % der modellierten Arten könnten ihr gesamtes klimatisch geeignetes Gebiet verlieren, 2,8 % könnten >90 % verlieren
Fischlin et al. 2007	N. A.	Pflanzen und Tiere (weltweit)	2100	20-30 % der untersuchten Arten sind wahrscheinlich verstärkt vom Aussterben gefährdet, wenn die weltweite Durchschnittstemperatur mehr als 2-3°C anwächst im Bezug zum vorindustriellen Stand
Levinsky et al. 2007	120	Säugetiere (Europa)	2099	1 % (unbegrenzte Ausbreitung) oder 5-9 % (keine Ausbreitung) werden aussterben, 32-46 % oder 70-78 % werden stark gefährdet
Normand et al. 2007	84	Pflanzen (Dänemark)	2100	4-7 % Artverlust auf der dänischen Skala, 0 % auf der europäischen Skala
Sekercioglu et al. 2008	8459	Landvögel (weltweit)	2100	4,7-6,5 % Aussterberate, zusätzlich 25 % vom Aussterben bedroht (mittleres Szenario)

Gegen die obigen Abschätzungen könnte eingewendet werden, dass sie nur auf Projektionen von Verbreitungsgebietsveränderungen, nicht jedoch auf empirischen Daten beruhen und damit nicht verlässlich sind. Daher haben Maclean & Wilson (2011) einen anderen Weg zur Abschätzung des Aussterberisikos eingeschlagen: Sie untersuchten Publikationen, die die jetzigen ökologischen Reaktionen auf den aktuellen Klimawandel dokumentieren, und damit die Möglichkeit bieten zu testen, ob die Mehrzahl und Art der aktuellen Reaktionen den Vorhersagen entspricht. Maclean & Wilson (2011) nutzten die IUCN-Kriterien des Populationsrückgangs als gemeinsame Skala für das Aussterberisiko, um das Aussterberisiko für eine Vielzahl an klimatischen Auswirkungen und ökologischen Reaktionen einzuschätzen.

Die Arbeit von Maclean & Wilson (2011) zeigt, dass empirische Belege für die tatsächlichen Auswirkungen des Klimawandels die Vorhersage eines zukünftigen Aussterberisikos nicht widersprechen, sondern unterstützen (da sie höher ausfallen als die Projektionen): Das durchschnittliche Aussterberisiko der Voraussagen über die zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels betrug 7 % bis zum Jahr 2100. Das prognostizierte Aussterberisiko aufgrund bisheriger Beobachtungen betrug im Vergleich 15 %. Das Aussterberisiko, das aufgrund von Projektionen der Klimawandel-Modellierungen geschätzt wird, wird somit im Vergleich zu Extrapolationen, die auf empirischen Untersuchungen beruhen, unterschätzt. Nach der Berücksichtigung von möglichen Verzerrungen in der Art der analysierten Klimawandel-

Auswirkungen und der untersuchten Gebiete und Taxa gab es weniger Unterschiede zwischen den zwei Herangehensweisen: Vorhersagen aufgrund von Projektionen der Klimawandel-Modellierungen wiesen auf eine durchschnittliche Aussterbewahrscheinlichkeit von 10 % der Taxa hin, wohingegen Hochrechnungen aufgrund bisheriger empirischer Belege eine durchschnittliche Wahrscheinlichkeit von 14 % angaben.

Maclean & Wilson (2011) ermittelten 130 beobachtete und 188 vorhergesagte ökologische Reaktionen auf den Klimawandel durch die systematische Prüfung von zehn führenden wissenschaftlichen Zeitschriften im Zeitraum von 2005 bis 2009. Die Reaktionen beinhalteten ermittelte Veränderungen der Aussterbewahrscheinlichkeit, der Populationsgröße und der geographischen Verbreitungsgebietsgröße für 305 Taxa von allen Hauptgruppen der Organismen, die einen großen Teil der globalen Oberfläche abdeckten. Alle 318 Klimawandel-Auswirkungen wurden in Bezug auf das Aussterberisiko durch die IUCN Rote Liste-Kriterien ausgedrückt (Hinweis: Die genutzten Schwellenwerte der IUCN-Kriterien stehen linear zu einer Logarithmus-Transformation von Aussterberisikowerten in Beziehung: Dies ermöglicht einen Vergleich beobachteter und projizierter Aussterberisiken in einer einheitlichen Bezugsgröße).

In allen Studien war das durchschnittliche Aussterberisiko über 90 Jahre (d. h. bis zum Jahr 2100) 11,2 %. Getrennte Projektionen des Aussterberisikos, das auf vorhergesagten und beobachteten Reaktionen basierte, erbrachte ein durchschnittliches Aussterberisiko von 6,7 % basierend auf Voraussagen und 14,7 % basierend auf Beobachtungen. Nach Maclean & Wilson (2011) sind die Taxa in terrestrischen Tropen und Subtropen weniger bedroht als die Taxa in terrestrischen gemäßigten und hohen Höhenlagen (d. h. Europa bzw. Mitteleuropa und Gebirge bzw. Mittelgebirge sind besonders betroffen). Nach Maclean & Wilson (2011) werden die bisherigen Abschätzungen des Aussterberisikos aufgrund von Änderungen der Verbreitungsgebiete (vgl. obige Tabelle, aus Olofsson et al. 2008) durch ihre Arbeit unterstützt, da die ermittelten Aussterberisiken in der gleichen Größenordnung liegen (vgl. Lawler et al. 2006, Malcolm et al. 2006, Levinsky et al. 2007, Sekercioglu et al. 2008), auch wenn diese Abschätzungen auf grundsätzlich anderen Daten und Methoden basieren. Die anthropogene Klimaerwärmung steht damit neben anderen, bereits erkannten Bedrohungen der globalen biologischen Vielfalt wie Verlust und Degradation von Habitaten, invasive Arten und Übernutzung (Maclean & Wilson 2011).

Die Ergebnisse von Maclean & Wilson (2011) zeigen, dass Voraussagen des Aussterberisikos stabil gegenüber methodologischen Annahmen sind und dass eine starke empirische Unterstützung für die Aussage vorhanden ist. Damit kann festgehalten werden, dass der anthropogene Klimawandel eine Hauptbedrohung der globalen biologischen Vielfalt darstellt.

4.1.4 Besonders sensitive Arten und ökologische Gruppen

Neben einigen „Gewinnern“ wird es viele „Verlierer“ bezüglich vorkommender Arten und Ökosysteme geben. Aus Naturschutzsicht ist vor allem bedeutsam, welche Organismengruppen besonders stark beeinträchtigt werden. Auf der Basis von Experteneinschätzungen lassen sich Gefährdungspotenziale einzelner Arten oder ökologischer Artengruppen gegenüber prognostizierten Veränderungen ableiten (nach BfN 2004, ergänzt; vgl. auch Schlumprecht et al. 2010 und Rabitsch et al. 2010).

Zu den Verlierern dürften gehören:

- Arten mit engen ökologischen Ansprüchen, die künftig nur noch eingeschränkt erfüllt werden. Dies betrifft z. B. Arten kühler, sauerstoffreicher Gewässer wie Bachforelle (*Salmo t. rutta f. fario*) oder Bachneunauge (*Lampetra planeri*);
- Arten, deren Populationen von Natur aus oder infolge menschlicher Beeinträchtigungen klein sind;
- Arten, die an seltene oder isolierte Lebensräume gebunden sind (in Deutschland und Baden-Württemberg z. B. Arten der Hochmoore, der Felshabitate und Arten der Standgewässer);
- Endemische und subendemische Arten;
- Arten, die in den Hochlagen von Hoch- und Mittelgebirgen leben (d. h. viele alpine und montane Tier- und Pflanzenarten, Vertreter besonderer Verbreitungstypen, z. B. arktisch-alpiner oder borealer Verbreitung, die in Deutschland und Baden-Württemberg als „Eiszeitrelikte“ noch vorkommen);
- Tierarten mit hoher Ortstreue (z. B. manche Amphibien),
- Arten, die ein geringes Ausbreitungspotenzial besitzen (z. B. Baumarten mit schweren Früchten und ohne Tierausbreitung, auf Ameisen als Ausbreitungshilfe angepasste Waldbodenpflanzen, flugunfähige Insektenarten, Arten der Bodenfauna). Diese Arten können nicht mit der gleichen Geschwindigkeit wandern, wie sich ihre klimatischen Gunsträume verlagern (nach Norden, Nordosten oder in höhere Lagen);
- Arten mit langen Reproduktionszeiträumen bzw. geringer Vermehrungsrate (z. B. viele Fledermäuse);
- Arten, deren Vorkommen wegen einer engen Spezialisierung hinsichtlich Nahrungswahl, Fortpflanzung oder Verbreitungsmechanismus von anderen Arten abhängt. Dies ist z. B. bei Fischen oder Muscheln der Fall, die zur Vermehrung „symbiontische“ Muscheln oder Fische benötigen, z. B. Bitterling (*Rhodeus amarus*) oder Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*). Bei Insekten, die in ihrem Entwicklungszyklus auf ganz bestimmte Pflanzen (Eiablage- oder Futterpflanzen) angewiesen sind, gibt es viele weitere Beispiele, hierher Apollo (*Parnassius apollo*) oder Schwarzer Apollo (*Parnassius mnemosyne*).

Wenn Artvorkommen wesentlich nur von Temperatur und Niederschlag gesteuert werden, ist eine Abschätzung der Auswirkungen des Klimawandels noch „relativ“ einfach. Bedeutend schwieriger ist eine Gefährdungsabschätzung, wenn statt Klimafaktoren andere Umweltfaktoren für das Vorkommen von Arten wichtiger sind. So kann bei „Urwaldrelikt-Arten“, z. B. bei den Käfern, angenommen werden, dass die Bewirtschaftung der Wälder und die Habitattradition entscheidender sind als klimatische Änderungen. Viele dieser Arten sind auf spezifische Strukturen angewiesen, die es zu erhalten und zu fördern gilt.

Sensitivität von Pflanzenarten

Als ein Hilfsmittel zur Abschätzung der Sensitivität von Pflanzenarten können die Zeigerwerte nach Ellenberg et al. (2001) verwendet werden. Für die in der Roten Liste Pflanzenarten Baden-Württembergs aufgeführten gefährdeten und ungefährdeten Arten wurden die ökologischen Zeigerwerte (aus Jansen & Dengler 2008, Jansen 2012) für Licht, Temperatur, Feuchte und Stickstoff nach Ellenberg et al. (2001) ausgewertet und in den folgenden Abbildungen visualisiert.

Ungefährdete Pflanzenarten haben im Mittel eine niedrigere Lichtzahl (eher Schatten ertragend) als gefährdete Pflanzenarten der Roten Liste Baden-Württembergs, ebenso eine niedrigere Temperaturzahl (eher Kälte ertragend). Sie weisen eine niedrigere Feuchtezahl auf (eher

Trockenheit ertragend), aber eine deutlich höhere Stickstoffzahl (eher stickstoffreiche Standorte bevorzugend). Die Boxplots visualisieren auch die Streuung der Werte: So zeigt sich bei der Temperaturzahl bei den gefährdeten Pflanzenarten eine deutlich größere Streuung als bei den ungefährdeten (d. h. sowohl sehr Kälte als auch viel Wärme ertragende Arten sind bereits gefährdet).

Ungefährdete Arten sind v. a. Arten mittlerer Temperaturbedingungen. Kälte ertragende Arten sind bereits jetzt relativ stark gefährdet, sie werden voraussichtlich noch stärker gefährdet werden (vermutlich Zunahme in den jetzigen Gefährdungsklassen 1 bis 3).

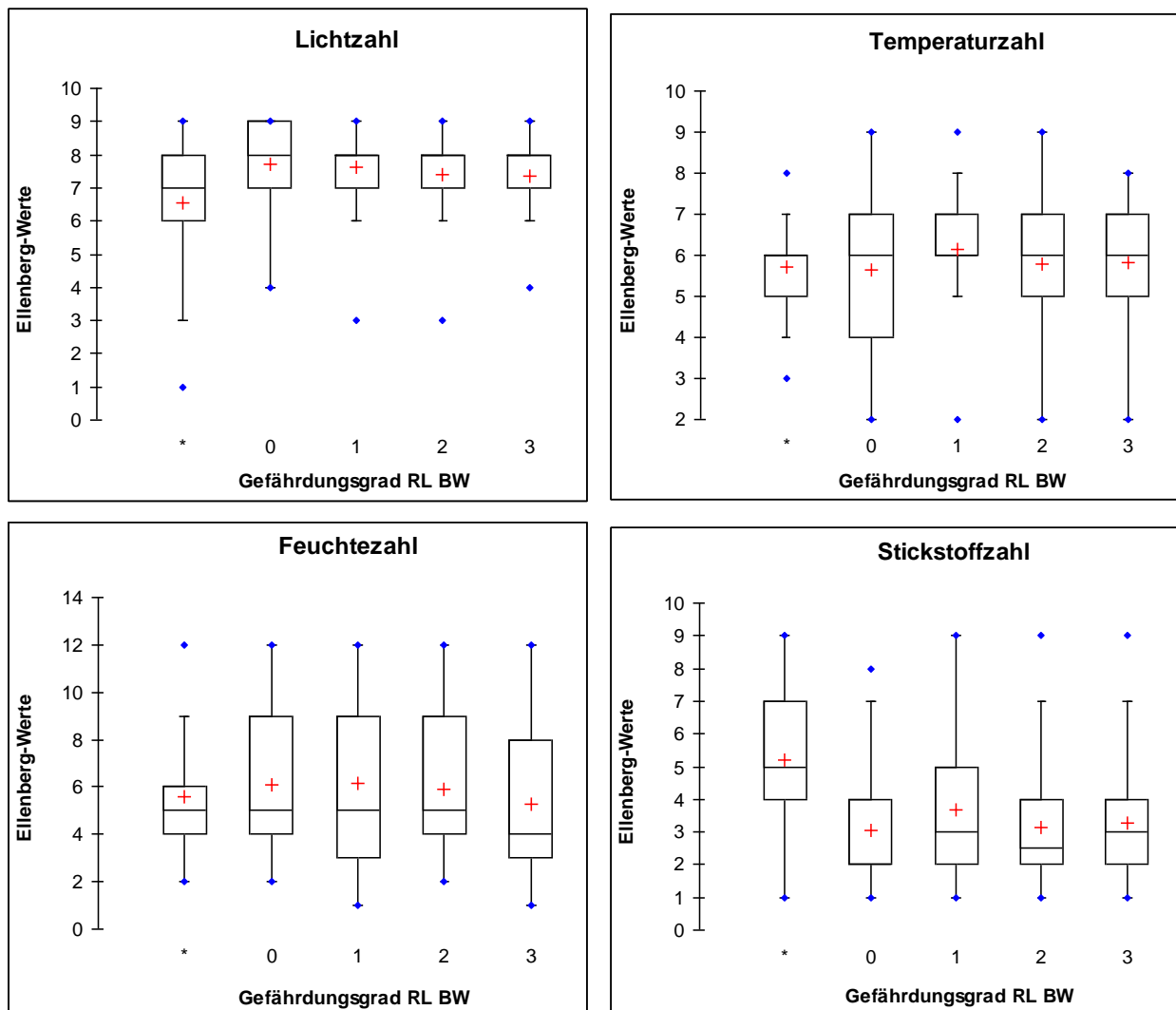


Abbildung 15: Boxplot-Darstellung für ökologische Zeigerwerte der Pflanzenarten der Roten Liste Baden-Württembergs

Rotes Pluszeichen: arithmetischer Mittelwert; Querbalken in der Box: Median; blaue Kreise: Minimum und Maximum; Begrenzungslinien der Boxen 1. und 3. Quartil. Bei sehr schiefen Werteverteilungen fallen Median und 1. Quartil zusammen, dann gibt es keine Querlinie in der Box.

4.1.5 Veränderungen bei Lebensräumen und Lebensgemeinschaften

Wie gravierend die Folgen der Klimaveränderungen für die biologische Vielfalt sein werden, hängt auch davon ab, mit welcher Geschwindigkeit sie eintreten. Nach IPCC wird der Temperaturanstieg in den nächsten 100 Jahren schneller erfolgen als alle bisherigen Klimaänderungen der letzten

10.000 Jahre. In den gemäßigten Breiten könnte es bis zum Jahr 2100 zu einer Verlagerung der Klimazonen um 200 bis 1.200 km nach Norden kommen. Dies überschreitet die maximalen Wanderungsgeschwindigkeiten vieler Pflanzenarten, die nach paläoökologischen Untersuchungen auf ca. 20-200 km pro Jahrhundert geschätzt werden (IPCC 2002).

Ein Problem hinsichtlich der Ausbreitung von Arten in neue geeignete Habitate ist, dass diese im Gegensatz zu früheren Zeitaltern heute in einer stark fragmentierten Landschaft mit zahlreichen anthropogenen Barrieren erfolgen müsste (BfN 2004). Für einen Großteil der Arten werden sich die klimatisch günstigen Gebiete gegenüber der derzeitigen Lage polwärts bzw. in höhere Lagen der Gebirge verschieben. Aufgrund der unterschiedlichen Reaktionsmuster und Reaktionsgeschwindigkeiten ist im Zuge der Arealverschiebungen mit der Entstehung neuartiger Lebensgemeinschaften mit zum Teil bisher nicht vorhandenen Artenkombinationen zu rechnen (nach BfN 2004). Durch die klimatischen Veränderungen erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass sich bislang gebietsfremde Arten durch natürliche Einwanderung oder durch menschliches Zutun ausbreiten.

In naturnahen terrestrischen Lebensräumen, v. a. in Wäldern und anderen durch Gehölzarten geprägten Lebensgemeinschaften, werden strukturelle Veränderungen vermutlich erst mit Verzögerung bemerkbar werden, da viele der dominanten Baumarten aufgrund ihrer Langlebigkeit eine hohe Trägheit der Anpassung von Lebensgemeinschaften bewirken. Störungen durch Extremereignisse, wie z. B. Stürme, Feuer, Dürreperioden oder Schädlingskalamitäten können zu großflächigen Schädigungen führen. Treten diese vermehrt auf, so besteht die Gefahr, dass sich die Lebensräume nicht oder nicht mehr vollständig regenerieren können.

Veränderungen im Wasserkreislauf, u. a. hinsichtlich Menge und jahreszeitlicher Verteilung von Niederschlägen, der Verdunstungsrate sowie des Zeitpunkts der Schneeschmelze und der Höhe des Gletscherabflusses, können Einfluss auf Süßwasserökosysteme und ihre Überschwemmungsgebiete haben. Auch Änderungen in der Sedimentfracht von Flüssen und temperaturbedingte Änderungen der Stoffkreisläufe und Wasserzirkulation von Stillgewässern sind zu erwarten. Mögliche Folgen wären Veränderungen der Uferlebensgemeinschaften, neu einwandernde Arten, eine Verschlechterung der Wasserqualität (Nährstoff- und Sauerstoffgehalt) v. a. im Sommer und stärkeres Algenwachstum. Aufgrund der unterschiedlichen Reaktionsmuster und Reaktionsgeschwindigkeiten ist im Zuge der Arealverschiebungen von Arten mit der Entstehung neuartiger Lebensgemeinschaften zu rechnen.

4.1.6 Formulierung von Anpassungszielen und -maßnahmen

Basis der Ableitung von Anpassungszielen und -maßnahmen sind die Naturschutzstrategie Baden-Württemberg 2020 (MLRV 2010) sowie die Ziele der FAG 2 zur Erhaltung der biologischen Vielfalt für diese Naturschutzstrategie. Weiter werden die Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt (BMU 2007) und die DAS (Deutsche Anpassungsstrategie) berücksichtigt, daneben Anpassungsmaßnahmen, die für bestimmte Regionen bereits erarbeitet wurden (vgl. REGKLAM-Projekt). Kritische Reviews zu Anpassungsmaßnahmen (z. B. Heller & Zavaleta 2009), EU-Empfehlungen oder Empfehlungen des Europarats (2008, Recommendation 135) oder aktuelle Empfehlungen der CBD oder des IPCC hierzu (IPCC 2012, Extremereignisse und Anpassungsmaßnahmen) und EU-Projekte zur Managementplanung von Schutzgebieten unter dem Einfluss des Klimawandels (vgl. www.habit-change.eu) wurden ebenfalls berücksichtigt, ebenso zusammenfassende Arbeiten zu Anpassungsstrategien (Harvey et al. 2010).

Anpassungsziele und -maßnahmen liegen auch mehrfach für den deutschsprachigen Raum (u. a. aus den Projekten des UFOPLAN 2008 des BfN) vor (vgl. Ellwanger & Ssymank 2012). Die aus mehreren Regionen Deutschlands vorliegenden Klimaanpassungsprogramme (vgl. www.klimzug.de und Teilprogramme von Nordhessen, Ruhrgebiet, Berlin-Brandenburg, Raum Dresden) wurden gesichtet, auf Übertragbarkeit geprüft und als Anregung verwendet.

Grundmuster der Ableitung von Anpassungserfordernissen waren folgende Schritte:

- Identifikation der besonders durch den Klimawandel betroffenen Ökosysteme und Arten (Bezug Vulnerabilitätsanalyse)
- Definition der ökosystemaren Ansprüche (wesentliche Ökofaktoren der Ökosysteme, Lebensräume oder Arten)
- Konzeption gezielter (Stabilisierungs)-Maßnahmen, die an den ökosystemaren Ansprüchen ansetzen.

Für Arten und ihre Lebensräume ist eine veränderte Landnutzung voraussichtlich ähnlich bedeutsam wie die direkten klimatischen Effekte. Der Klimawandel kann zu einer Steigerung des für die einzelnen Maßnahmen erforderlichen Flächenbedarfs führen. Neben einem zu erwartenden zusätzlichen Raumbedarf zur Erreichung von Naturschutzziele (beispielsweise für Biotopverbund und Ausweichhabitate) konkurrieren v. a. der sich ausweitende Anbau von nachwachsenden Rohstoffen, zusätzlicher Deichbau entlang von Fließgewässern sowie die Sicherung von Verkehrswegen um die knappen Flächen. Viele bereits jetzt schon geplante Maßnahmen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt (wie Biotopverbundsysteme und Renaturierungsprojekte) tragen dazu bei, die Anpassungsfähigkeit der natürlichen Systeme zu erhalten oder zu stärken. Auch die Bestrebungen, Schad- und Nährstoffeinträge in die Ökosysteme durch die nationale und internationale Umweltgesetzgebung zu mindern, unterstützen die Erhaltung der Arten und Lebensräume. Die Umsetzung dieser Maßnahmen, welche u. a. in der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (BMU 2007) oder in der Naturschutzstrategie BW 2020 aufgeführt sind, ist daher auch ein wichtiges Element der Anpassung an den Klimawandel. Insbesondere sollten integrative Maßnahmen ergriffen werden, die Synergien zwischen Naturschutz, Klimaschutz und Anpassung nutzen und die biologische Vielfalt sowohl erhalten als auch fördern (DAS 2008).

Der Schutz von bestimmten Lebensräumen, v. a. von Mooren, bestimmten Feuchtgebiets- und Grünlandtypen und Wäldern, sowie die Renaturierung von Mooren stellen einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz dar, da diese Lebensräume als Kohlenstoffsinken fungieren (können). Gleichzeitig sind diese Lebensräume auch FFH-Lebensraumtypen oder nach Landes- und Bundesrecht geschützte Biotoptypen. Diese Lebensräume sind in der Lage, hohe Kohlenstoffmengen langfristig der Atmosphäre zu entziehen und in den Torfkörper einzulagern.

Das übergeordnete Ziel müsste sein, der Natur die Möglichkeit zu geben, auf die Veränderungen reagieren zu können, ohne ihre Vielfalt zu verlieren. Die Sicherung der biologischen Vielfalt und intakter Ökosysteme bzw. intakter Ökosystemfunktionen soll daher das zentrale übergeordnete Ziel für den Naturschutz sein. Ein wichtiges Ziel muss weiter es sein, die Populationen der Arten und die Vorkommen der Lebensräume in ausreichender Größe und in der gesamten genetischen Vielfalt zu sichern. Hier ist v. a. das Management von Schutzgebieten und von geschützten Biotoptypen wichtig, ihre Planung, die Durchführung von Maßnahmen und ihre wiederholte Evaluierung. Der Erhaltungszustand gefährdeter Arten sollte so verbessert werden, dass diese einen Populationsüberschuss aufweisen, so dass genügend Individuen für die

Ausbreitung zur Verfügung stehen (Huntley 2007, Council of Europe 2008). Arten und Lebensräume brauchen vor allem Platz, d. h. ausreichend große Lebensräume und großräumige Ausbreitungsmöglichkeiten (d. h. einen funktionierenden Biotopverbund). Weiter sollten so wenig wie möglich anthropogene Einträge bzw. Störungen stattfinden (vgl. Hodgson et al. 2009, 2011) und eine Verringerung der Gefährdung aus anderen Ursachen als dem Klimawandel erfolgen (vgl. Council of Europe 2008).

Wesentliche Elemente der Anpassung aus naturschutzfachlicher Sicht sind die Erhaltung und Weiterentwicklung (vgl. Hannah 2009; Hannah et al. 2007) des Schutzgebietssystems, insbesondere des Natura 2000-Systems, die Unterstützung besonders betroffener Arten und Lebensraumtypen, integrierte Maßnahmen mit Synergie-Effekten weiterer umweltrelevanter Fachressorts sowie der Aufbau großräumiger und effektiver Biotopverbundsysteme.

Tabelle 24: Zusammenstellung von Anpassungsstrategien nach diversen Autoren

LANA	Ellwanger & Ssymank	Fartmann et al. 2012	Morecroft 2012	Glick et al. 2009	Harvey et al. 2010
Großräumiger Biotopverbund	Reduzieren von bestehenden Bedrohungen und Beeinträchtigungen der Biodiversität	Verbesserung der Habitatqualität	Reduzierung von anderen Beeinträchtigungen der Biodiversität	Reduzieren von anderen, nicht klimatischen Beeinträchtigungen	Reduzieren von anderen, nicht klimatischen Beeinträchtigungen wie Habitatverlust, invasive Arten und Umweltverschmutzung
Schutzziele in Begleitung des Wandels weiterentwickeln	Ursachen des Klimawandels abfedern oder reduzieren	Vergrößerung der Habitatflächen	Erhöhung der Anzahl von Schutzgebieten	Management für ökologische Dienstleistungen und Schutz von Biodiversität	Netzwerk der Naturschutzgebiete erweitern
Gezielte Maßnahmen ergreifen (Stabilisierung und Verbesserung des Wasserhaushalts von Mooren, Auen und anderen Feuchtgebieten)	Die Durchlässigkeit der gesamten Landschaft verbessern	Verbesserung der Konnektivität zwischen Habitatflächen sowie eine Erhöhung der Landschaftspermeabilität	Vergrößerung der einzelnen Schutzgebiete	Errichten von Pufferzonen für Habitate und Korridore	Erweiterung des Biotopverbunds mit Habitat- Pufferzonen und Wildtier-Korridoren
Pragmatischer Umgang mit nichtheimischen, invasiven Arten	Anpassung der Naturschutzplanung		Bereitstellung von Pufferzonen um die Schutzgebiete	Umsetzen von proaktivem Management und Restaurierungsstrategien	Management für ökologische Dienstleistungen
Anlage, Erhalt von naturnahen Grünflächen in urbanen Gebieten	Verbesserung der öffentlichen Akzeptanz von Klimawandelmaßnahmen		Verbesserung der funktionalen Konnektivität zwischen Schutzgebieten	Verstärkung von Monitoring und Ermöglichung von Management trotz Unsicherheit	Wiederherstellung von degradierten Lebensräumen und Ökosystemen
schonende, emissionsmindernde Bodenbearbeitung	Bewerten von Notwendigkeiten zur Forschung, Füllen von Wissenslücken und Monitoring-Systeme		Schützen / Herstellen von kühlen Mikroklimata und möglichen Rückzugsgebieten von Arten		Umsetzen proaktiver Maßnahmen und Wiederherstellungs-Strategien
Einbeziehung von Potenzialflächen, Bereitstellung ausreichend großer (Puffer-) Flächen			Erhalt oder Verbesserung der Heterogenität der Lebensräume in Schutzgebieten und		Translokation oder "unterstützte Migration" für Arten mit begrenzter Fähigkeit zur Ausbreitung

LANA	Ellwanger & Ssymank	Fartmann et al. 2012	Morecroft 2012	Glick et al. 2009	Harvey et al. 2010
und Zeithorizonte			Landschaften		oder kleinen, isolierten Verbreitungsgebieten
Prozessschutz, d. h. Zulassen von Naturentwicklungen			Erhalt von Artenreichtum in Gesellschaften		Verstärkung von Monitoring und Ermöglichung von Management trotz Unsicherheit
Monitoring der Klimawandel-wirkung auf Biodiversität			Schutz von natürlichen Prozessen		Anwendung von Modellierungs-Tools und Prognose-Methoden
			Förderung der Möglichkeit für natürlichen Austausch zwischen Populationen		Integration von Szenario-Planung in ein Anpassungsmanagement
			Kontrolle invasiver Arten		Entwicklung von soliden wissenschaftlichen Hypothesen, gezielten Monitoring-Programmen und regelmäßiger Evaluierung

Die Auflistung von oben nach unten gibt die Reihenfolge der Nennung durch die jeweiligen Autoren wieder. Innerhalb einer Zeile stehen daher unterschiedliche Anpassungsstrategien.

Quellen:

Glick, P., Staudt, A., Stein, B., A New Era for Conservation. Review of Climate Change Adaption Literature. National Wildlife Federation, 2009, S.-12-18. (69 S.)

LANA- Bund-Länder- Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung, Thesenpapier "Klimawandel und Naturschutz", 2011, S.3. (6 S.)

Morecroft, Michael D., Crick, H. Q. P., Duffield, S. J., Macgregor, N. A., Practitioner's Perspective. Resilience to climate change: translating principles into practice. In: Journal of Applied Ecology 2012, 49, (S.548) 547-551 S.

Ellwanger, G., Ssymank, A. (2012): Thesis and Chances for the Adaption of the Ecological Network "Natura 2000" to Climate Change. In: Natura 2000 and Climate Change – a Challenge, Bonn 2012, Naturschutz und Biologische Vielfalt, Heft 118: 7-29.

Fartmann, T., Behrens, M., Möllenbeck, V., Hölzel, N., Potential Effects of Climate Change on the Biodiversity in North Rhine- Westphalia (2012): Natura 2000 and Climate Change – a Challenge, Bonn 2012, Naturschutz und Biologische Vielfalt, Heft 118: 63-73.

Harvey, R.G., Brandt, L., Mazzotti, F. (2010): Climate Change Adaptation - New Perspectives for Natural Resource Management and Conservation. WEC318, Wildlife Ecology and Conservation Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Original publication date March 2012. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/UW/UW36300.pdf>

4.2 Finanzielle und gesamtwirtschaftliche Aspekte der Anpassung

4.2.1 Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen

Renaturierungsmaßnahmen bei Mooren

Die Erhaltung natürlicher Ökosysteme – insbesondere von Mooren und Wäldern – ist eine der günstigsten Klimaschutzmaßnahmen überhaupt.

Zum einen enthalten Moore auf wenig Fläche viel Kohlenstoff und zum anderen werden für die Erhaltung dieser Kohlenstoffvorräte keine aufwändigen Technologien benötigt. Einfache Dämme genügen, um den Wasserhaushalt von Mooren wiederherzustellen und die CO₂-Speicherfähigkeit zurückzugeben. Pro Hektar wiederhergestelltem Moor können bis zu 30 Tonnen CO₂ pro Jahr gespart werden. Für die Berechnung des monetären Wertes wieder vernässter Moore werden die vermiedenen marginalen Schadenskosten zugrunde gelegt.

Schadenskosten des Klimawandels werden entweder als Prozentsatz des Bruttoinlandsprodukts (Gesamtkosten) oder als Kosten pro Tonne Treibhausgasemissionen angegeben. Im Zusammenhang mit der Schätzung externer Kosten des Klimawandels ist die letztgenannte Alternative üblich. Auf Grundlage aktueller Studien empfiehlt das Umweltbundesamt in seiner Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten einen Schätzwert von 70 € / t CO₂ als marginale Schadenskosten (UBA 2008). Auch der Stern-Report (Quelle: http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview_index.htm, Aufgerufen am 10.10.2012) geht von Schadenskosten bei einer business-as-usual-Entwicklung in einer ähnlichen Größenordnung aus (85 € / t CO₂).

Die folgende Tabelle zeigt die durch Landnutzungsänderungen erbrachten Werte, welche zwischen 385 und 1750 € pro Hektar und Jahr liegen (Schäfer 2009).

Tabelle 25: Monetärer Wert von Moor-Standorten infolge der Wiedervernässung

Quelle: Schäfer 2009

Moortyp	Monetärer Wert (€ /ha pro Jahr)
Niedermoor	
Wiedervernässung ohne Nutzung	525 - 1610
Wiedervernässung mit Nutzung	525 - 1610
Neuwaldbildung	1225 - 1750
Revitalisierung von Waldmooren	525 - 693
Extensive Grünlandnutzung	385 - 525
Umwandlung Acker in extensive Grünlandnutzung	525
Hochmoor	
Umwandlung Acker in extensive Grünlandnutzung	525
Umwandlung Torffläche in Extensiv-Grünland	525

Bei den im Moorschutzprogramm Mecklenburg-Vorpommern bis 2003 durchgeführten 33 Wiedervernässungsmaßnahmen sind nachweislich etwa 1.000 € / ha an Planungs- und Baukosten entstanden. Wenn die Flächen nicht weiter genutzt werden sollen, fallen gegebenenfalls weitere

Kosten für den Flächenerwerb an, so dass sich die gesamten Kosten auf etwa 5.000 € / ha erhöhen. Bei einem Zinssatz von 3 % (5 %) pro Jahr betragen die jährlichen Kosten 150 (250) € / ha. Werden durch die Wiedervernässung ohne Nutzung jährlich 20 t CO₂-eq. eingespart, dann liegen die Vermeidungskosten bei 7,50 – 12,50 € je t CO₂-eq.

Ein Vergleich der Vermeidungskosten mit anderen Klimaschutzmaßnahmen (z. B. Enkvist et al. 2007) zeigt, dass sich der Moorschutz lohnt, weil die Kosten für die Durchführung der Maßnahmen deutlich niedriger sind als die Schadenskosten des Nicht-Handelns. Weitere Angaben finden sich bei SRU (2012).

Wiederherstellung von Retentionsräumen

Das Kosten-Nutzen-Verhältnis von Deich-Rückverlegungen wird vom BfN (2012) in die Punkte eingesparte Alternativkosten zur Minderung der Nährstofflast (16 Mio. Euro), vermiedene Hochwasserschäden (6 Mio. €), eingesparte Deicherhaltungskosten (5 Mio. Euro), Zahlungsbereitschaft für Biotopentwicklung und Erholungswert (30 Mio. Euro) auf der Nutzen-Seite eingeteilt, auf der Kostenseite bestehen Investitionskosten und Verminderung der Agrarproduktion (zusammen 18 Mio). Demnach besteht ein Netto-Nutzen beim Fallbeispiel Elbe von 39 Mio. Euro (57 Mio. Nutzen, 18 Mio. € Kosten). Unklar ist leider der Flächenbezug, da in BfN (2012) nur ein Flächenwert für eine Maximalvariante angegeben ist, aber nicht, ob sich diese Kosten-Nutzen-Rechnung auf die Hektarzahl von 35.000 ha bezieht.

Setzt man die 57 Mio. Euro hierzu in Bezug, ergibt sich pro Hektar Retentionsraum, der durch Deichrückverlegung erhalten wird, ein volkswirtschaftlicher Nutzen von 1.629 Euro / Hektar.

Entwicklung von naturnahen ungenutzten Wäldern

Bei der Entwicklung von naturnahen, unbewirtschafteten Wäldern entstehen verschiedenartige Kosten bzw. Mindereinnahmen. Allerdings steht diesen Einsparungen auch Einnahmen gegenüber sowie vielfältige Nutzen. Zu den Kosten zählen im Wesentlichen mögliche Mindereinnahmen durch einen teilweisen oder vollständigen Ausfall von Erlösen aus dem Holzverkauf. Als Saldo ergibt sich ein Finanzierungsbedarf, dem der Wert der ökosystemaren Leistungen von Naturwald im Vergleich zum Nutzen des Waldes entgegensteht: z. B. Bindung und Speicherung von CO₂, Wasserrückhaltung und Filterung, hoher Erlebnis- und Erholungswert, Erhaltung von Arten.

Messungen im Nationalpark Hainich zeigen, wie langfristig wirkungsvoll die Aufgabe der Waldnutzung sowohl hohe C-Vorräte, als auch hohe C-Aufnahmeraten erhält. Der ungenutzte 250-jährige Buchenmischwald in der Kernzone des Nationalparks weist über 30 % höhere C-Vorräte in Biomasse und Boden und höhere Totholzvorräte auf als benachbarte bewirtschaftete Buchenwälder – ein Unterschied von 86 – 100 t C / ha (1 t C entspricht 3,7 t CO₂) (Mund 2004).

Der Berechnung des monetären Wertes naturnaher Wälder werden die vermiedenen marginalen Schadenskosten (70 € / t CO₂, gemäß UBA 2008) zu Grunde gelegt. Es ergibt sich somit ein monetärer Wert der Kohlenstofffixierung für einen 250 jährigen Naturwald in Höhe von 89 – 103,6 € / ha und Jahr. Weitere Angaben finden sich bei SRU (2012).

Umwandlung zu extensiven Grünflächen

Nach Kalkulationen von Matzdorf et al. (2010) kommt es bei einem Umbruch von artenreichem Grünland zu Ackerland (z. B. Maisacker) je nach Standort zu klimaschädlichen Emissionen, die umgerechnet in Schadenskosten (Kostensatz: 70 € pro t CO₂) einem Wert von ca. 285 bis 1.541 €/ha/Jahr entsprechen. Weiterhin treten bei Ackernutzung erhöhte Nährstoffemissionen auf, die zu Belastungen im Bereich Grund- und Oberflächengewässer führen, zu deren Verhinderung im Rahmen der ackerbaulichen Nutzung ca. 40 bis 120 €/ha/Jahr aufgebracht werden müssten.

Zu den positiven Ökosystemleistungen von artenreichem Grünland im Bereich Treibhausgasminderung und Gewässerschutz lässt sich zusätzlich noch eine Zahlungsbereitschaft für artenreiche Lebensräume hinzurechnen, die auf Basis einer laufenden Untersuchung des BfN mit durchschnittlich 1.000 €/ha/Jahr beziffert werden kann. Die Produktionsleistungen artenreichen Grünlandes sind im Vergleich zu Acker geringer. Hier kann man eine negative Differenz von bis zu 435 € / ha und Jahr veranschlagen.

Berücksichtigt man alle genannten Effekte, so beläuft sich der volkswirtschaftliche Nettowert der Erhaltung von HN-Grünland im Vergleich zu Grünlandumbruch rechnerisch auf 890 – 2.661 € / ha und Jahr (BfN 2012).

4.2.2 Kosten bei ausbleibender Anpassung

Beispiel Renaturierungsmaßnahmen bei Mooren

Die nicht standortgerechte Moornutzung verursacht externe Kosten, weil an anderer Stelle der Volkswirtschaft erhebliche finanzielle Mittel zur Erreichung der Klimaschutzziele aufgewendet werden müssen und weil Kosten für Klimafolgeschäden entstehen, die nicht berücksichtigt werden.

Eine konsequente Anwendung der Methodenkonvention verlangt, dass dieser Schätzwert auch für die Berechnung der externen Kosten der nicht-standortgerechten Moornutzung berücksichtigt werden muss. Durch intensive Acker- und Grünlandnutzung werden jährlich bis zu 24 t CO₂ je Hektar emittiert. Die dadurch verursachten externen Kosten liegen bei 1.680 € / ha und Jahr und liegen damit deutlich über dem entgangenen Nutzen der verdrängten Fleisch- und Milchproduktion.

Die Wertschöpfung der Milchvieh haltenden Futterbaubetriebe in Mecklenburg-Vorpommern lag ohne Zulagen und Zuschüsse im relativ guten Wirtschaftsjahr 2007/2008 bei einem durchschnittlichen Milchpreis von 0,35 € / kg bei 544 € / ha. 2005/2006 lag der Milchpreis bei 0,29 € / kg und die Wertschöpfung bei 281 € / ha (Schäfer et al. 2009).

Damit liegt der Netto-Nutzen der Renaturierungsmaßnahmen bei Mooren bei ca. 1.100 – 1.400 € / ha und Jahr, abhängig vom Milchpreis, und dem Bezugsgebiet (hier Mecklenburg-Vorpommern). Konkrete Werte für Baden-Württemberg liegen derzeit nicht vor, da auch die Emissionswerte bei Acker- und Grünlandnutzung regional unterschiedlich sein können, und die obigen Werte von 24 t CO₂ je Hektar nicht sicher auf Baden-Württemberg übertragen werden können.

4.2.3 Werte und Nutzen von ökosystemaren Leistungen

Ökosystemleistungen sind ökosystemare Strukturen sowie Prozesse/Funktionen, sofern diese von Menschen direkt oder indirekt konsumiert werden. Ökosystemare Strukturen und Prozesse werden zu Dienstleistungen, sofern Menschen davon einen Nutzen haben.

Nach dem „Millenium Ecosystem Assessment (MEA) lassen sich Ökosystemleistungen in vier Kategorien einteilen:

- **Bereitstellende Dienstleistungen** (Provisioning services): Nahrung, Wasser, Baumaterial, Fasern, Rohstofflieferant für Arzneien
- **Regulierenden Dienstleistungen** (Regulating services): Regulierung von Klima, Überflutungen, Krankheiten, Wasserqualität, Abfallbeseitigung, Bestäubung
- **Kulturelle Dienstleistungen** (Cultural services): Erholung, Naturtourismus, ästhetisches Vergnügen, spirituelle Erfüllung
- **Unterstützende Dienstleistungen** (Supporting services): Bodenbildung, Nährstoffkreislauf, Erhaltung der genetischen Vielfalt

Eine Quantifizierung, wieviel Euro Nutzen an monetarisierter Ökosystem-Dienstleistungen (siehe obige Differenzierungen in vier Hauptkategorien) je nach Biotoptyp oder FFH-Lebensraumtyp pro Jahr pro Hektar erbracht wird, ist derzeit nicht möglich. Entsprechende Angaben in der Literatur, die sich auf Lebensräume in Mitteleuropa beziehen, konnten nicht gefunden werden – mit Ausnahme der bereits zitierten Angaben zu Mooren, HNV-Grünland oder Wald. Diese stammen aus wenigen Quellen und wurden in BfN (2012) oder SRU (2012) dargestellt. Die hier vorgestellten Nutzen- und Kostenschätzungen beruhen auf den Angaben von BfN (2012).

4.3 Beschreibung von weiteren Anpassungsoptionen

Das absichtliche Ausbringen von Arten außerhalb ihres derzeitigen Verbreitungsgebiets (im Englischen „assisted migration“ oder „assisted colonization“ genannt), um ihnen klimatisch zusagende Räume zu geben, ist stark umstritten (vgl. z. B. Bielle 2008, Fox 2007, MacLachlan et al. 2007, Ricciardi & Simberloff 2009, Kreyling et al. 2011). Derzeit ist dies ein aktives Forschungsfeld, in dem die Vor- und Nachteile systematisch zu untersuchen und zu bewerten sind.

Geht man von ein bis drei Grad Temperaturerhöhung aus, so müsste das nordwärtige Verlagern von Arten (z. B. stenotope „Eiszeitrelikte“) in Deutschland – um z. B. eine Temperatur-Konstanz herzustellen – über mehrere Hundert Kilometer nach Norden (ca. 500 km) erfolgen (d. h. beispielsweise von Stuttgart nach Hannover).

Da in der norddeutschen Tiefebene beispielsweise kaum die geologischen Ausgangsbedingungen oder das Relief vorhanden sind, die Baden-Württemberg prägen, wäre diese Anpassungsoption nur für die wenigsten Arten (z. B. Arten mit unspezifischen Substratansprüchen) geeignet, und wird daher hier nicht weiter verfolgt.

4.4 Beschreibung der Kenntnisdefizite und Identifizierung von Forschungsbedarf

Die Geschwindigkeit des Klimawandels, die die Anpassungsfähigkeit von Arten übersteigt, bewirkt auch die Notwendigkeit, frühzeitig Maßnahmen und Strategien zur Erhaltung und zur Entwicklung von Lebensräumen zu beginnen. Für den Naturschutz sind, neben den vielfältigen Projektionen zu Arten, somit auch Projektionen zur Entwicklung von Lebensräumen notwendig (Bittner et al. 2011, Dempe et al. 2012a). Solche Projektionen sind in der Literatur selten und weisen eine Reihe von methodischen und datentechnischen Schwierigkeiten auf. Sie dürfen sich nicht nur an klimatischen Rahmenbedingungen orientieren, sie müssen vielmehr den räumlichen Zusammenhang und Kontext von Lebensräumen beachten (Dempe et al. 2012a).

Allgemein anerkannte Projektionen, v. a. auf der Ebene eines Bundeslandes, liegen bislang nicht vor. Sie sind jedoch auch von der Modellierungstechnik her (derzeit noch) fraglich. Insbesondere ist es fachlich problematisch, wenn Bundeslandgrenzen tatsächlich auch die Grenzen der Modellierung darstellen würden. Hierbei kommt es sehr schnell zu Randeffekten, die die Verlässlichkeit stark einschränken. Vielmehr müssten in einem großen Umfang die Randgebiete mit einbezogen werden, d. h. für BW alle angrenzenden Bundesländer und ein Teil von Frankreich und der Schweiz. Projektionen oder Modellierungen künftiger Zustände von Biotoptypen, FFH-Lebensraumtypen oder Schutzgebietsnetzwerken sowie ihrer Verbreitung in überschaubaren Räumen (z. B. Bundesland Baden-Württemberg) werden benötigt. Sie müssen aber realitätsorientierter werden als dies in der Vergangenheit der Fall war (Dempe et al. 2012a), was jedoch einen erheblichen Aufwand an Datenqualität und Modellierungstechnik bedeutet.

Die Entwicklung von Modellierungstechniken, die die künftige Entwicklung von Lebensräumen unter Berücksichtigung landschaftlicher Komplexität beschreiben können, könnte einen wichtigen Beitrag für die Entwicklung weg von einer defensiven hin zu einer proaktiven Naturschutzpolitik leisten. In welche Richtung die Modellierungstechniken gehen (vgl. Ansätze von Dempe et al. 2012a, b) ist derzeit nicht abschätzbar.

5 Quellenverzeichnis

- Araujo, M. B., Thuiller, W., Pearson, R. G. (2006): Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. *Journal of Biogeography* 33, 1712-1728.
- Araújo, M.B., Alagador, D., Cabeza, M., Nogués-Bravo, D., Thuiller, W. (2011): Climate change threatens European conservation areas. *Ecology Letters* 14 (5), 484-492.
- Badeck, F.-W., Bondeau, A., Böttcher, D., Doktor, D., Lucht, W., Schaber, J. & Sitch, S. (2004). Responses of spring phenology to climate change. *New Phytologist* 162, 295-309.
- Bakkenes, M., Alkemade, J.R.M., Ihle, F., Leemans, R. & Latour, J.B. (2002): Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. *Global Change Biology* 8, 390-407.
- Beierkuhnlein, C., Foken, T. (2008, Hrsg.): Klimawandel in Bayern. Bayreuther Forum Ökologie, Vol. 113. Selbstverlag Bayreuther Zentrum für Ökologie und Umweltforschung (BayCEER), Bayreuth. 501 S.
- Beierkuhnlein, C., Jentsch, A., Reineking, B., Schlumprecht, H., Ellwanger, G. (Hrsg.) (2011): Auswirkungen des Klimawandels auf Fauna, Flora und Lebensräume sowie Anpassungsstrategien des Naturschutzes. Bundesamt für Naturschutz, Bonn – Bad Godesberg 2011, Naturschutz und Biologische Vielfalt, (in prep.).
- Berry, P.M., Jones, A.P. R., Nicholls, J. & Vos, C.C. (eds.) (2007): Assessment of the vulnerability of terrestrial and coastal habitats and species in Europe to climate change, Annex 2 of Planning for biodiversity in a changing climate - BRANCH project Final Report, Natural England, UK. http://www.branchproject.org/documents/FinalReport/Annex2_1.pdf, Abrufdatum 13.12.2012)
- Berry, P.M., Rounsevell, M.D.A., Harrison P.A. & Audsley, E. (2006): Assessing the vulnerability of agricultural land use and species to climate change and the role of policy in facilitating adaptation. *Environmental Science and Policy* 9, 189-204.
- Berthold, P. (1998): Vogelwelt und Klima: gegenwärtige Veränderungen. *Naturwissenschaftliche Rundschau* 51 (9), 337-346.
- BfN – Bundesamt für Naturschutz (2004): Daten zur Natur 2004. Landwirtschaftsverlag, Münster. 474 S.
- BfN – Bundesamt für Naturschutz (2012): Daten zur Natur 2012. Landwirtschaftsverlag, Münster. 484 S.
- Biello, D. (2008): Deporting plants and animals to protect them from climate change. *Scientific American* 7-17.
- Bittner T., Jaeschke A., Reineking B., Beierkuhnlein C. (2011): Comparing modelling approaches at two levels of biological organisation – Climate change impacts on selected Natura 2000 habitats. *Journal of Vegetation Science* 22(4), 699–710.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2008): BMELV-Bericht 2008 zum Klimaschutz im Bereich Land- und Forstwirtschaft. Berlin: BMELV. <http://www.bmelv.de/SharedDocs/Standardartikel/Landwirtschaft/Klima-und-Umwelt/Klimaschutz/BerichtKlimaschutz.html>, Abrufdatum 13.12.2012).
- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007): Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt, Berlin, 180 Seiten, Download von [http:// www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/biolog_vielfalt_strategie_nov07.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/biolog_vielfalt_strategie_nov07.pdf), Abrufdatum 13.12.2012).
- Bohn, U., Neuhäusl, R. (2000): Karte der natürlichen Vegetation Europas 1:2.500.000, Hrsg: Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- Boehning-Gaese, K., Trautmann, S. (2008): Neue Vogel aus dem Sudan. *Der Falke* 55, 310-315.

- Both, C., Bouwhuis, S., Lessells, C. M., Visser, M. E. (2006): Climate change and population declines in a long-distance migratory bird. *Nature* 441, 81-83.
- Botkin, D.B., Saxe H., Araújo, M.B., Betts, R., Bradshaw, R.H.W., Cedhagen, T., Chesson, P., Dawson, T.P., Etterson, J.R., Faith, D.P., Ferrier, S., Guisan, A., Skjoldborg Hansen, A., Hilbert, D.W., Loehle, C., Margules, C. M., New, M., Sobel, M.J. & Stockwell, D.R.B. (2007): Forecasting the effects of global warming on biodiversity. *BioScience* 57, 227-236.
- Breunig, T. (2002): Rote Liste der Biotoptypen Baden-Württemberg. *Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg* 74: 259-307; Karlsruhe.
- Brommer, J.E. (2004). The range margins of northern birds shift polewards. *Annales Zoologici Fennici* 4, 391-397.
- BWPLUS-Projekt (2011): Ökonomisch-ökologische Bewertung der Klimawirksamkeit von Mooren in Baden-Württemberg. Laufzeit: Januar 2011 bis Juni 2013. URL: <http://www.moore-bw.de>, Abrufdatum 13.12.2012).
- Council of Europe (2008): Rec(2008)135E / 27 November 2008 Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats - Recommendation No. 135 (2008) of the Standing Committee, adopted on 27 November 2008, on addressing the impacts of climate change on biodiversity. <https://wcd.coe.int/ViewDoc.jsp?id=1465719&Site=COE>, Abrufdatum 13.12.2012).
- Crick, H.Q.P. & Sparks, T.H. (1999): Climate change related to egg-laying trends. *Nature* 399, 423-424.
- Crick, H.Q.P., Dudley, C., Glue, D.E. & Thomson, D.L. (1997). UK birds are laying eggs earlier. *Nature* 388, 526.
- DAS - Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (2008): Beschluss des Bundeskabinetts am 17. 12. 2008. Berlin. 78 S. (Langfassung), siehe auch Kurzfassung und Hintergrundpapier. <http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/42783.php>, Abrufdatum 13.12.2012).
- De Knijf, Flenker, G., Vanappelghem, U., Mancini, C., Kalkman, C. O., Demolder, V. J. (2011): The status of two boreo-alpine species, *Somatochlora alpestris* and *S. arctica*, in Romania and their vulnerability to the impact of climate change (Odonata: Corduliidae). *International Journal of Odonatology* 14(2): 111-126.
- Dempe, H., Bittner, T., Jaeschke, J. & Beierkuhnlein, C. (2012a): Potenzielle Auswirkungen des Klimawandels auf die Kohärenz von Schutzgebiets-Netzwerken Ein Konzept für das Natura-2000-Netzwerk in Deutschland. *NuL* 44 (4), 101-107.
- Dempe, H., Bittner, T., Jaeschke, J. & Beierkuhnlein, C. (2012b): Zukunft von Eichen-Hainbuchenwäldern und Heiden angesichts des Klimawandels. Potenzielle Entwicklung der Kohärenz von Lebensräumen im Natura-2000-Netzwerk. *NuL* 44 (5), 149-153.
- Devictor, V.; Julliard, R.; Couvet, D. & Jiguet, F. (2008): Birds are tracking climate warming, but not fast enough. *Proceedings Royal Society of London. Biological Sciences* 275 (1652), 2743-2748.
- Domisch, S., Jähnig, S. C., Haase, P. (2011): Climate-change winners and losers: stream macroinvertebrates of a submontane region in Central Europe. *Freshwater Biology* 56: 2009-2020.
- Doswald, N., Willis, S. G., Collingham, Y. C., Pain, D. J., Green, R. E., Huntley, B. (2009): Potential impacts of climatic change on the breeding and non-breeding ranges and migration distance of European *Sylvia* warblers. *Journal of Biogeography* 36: 1194-1208.
- Dudley, N. & Parrish, J. (2006): Closing the gap: Creating Ecologically Representative Protected Area Systems. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Technical Series 24. 108 S.

- Dudley, N., Mulongoy, K.J., Cohen, S., Stolton, S., Barber, S.V. & Gidda, S.B. (2005): Towards Effective Protected Area Systems: An Action Guide for Implementing the Convention on Biological Diversity Programme of Work on Protected Areas. Technical Series No. 18. Montreal: Convention on Biological Diversity. 105 S.
- Ellenberg, H. & Leuschner, C. (2010): Vegetation Mitteleuropas UTB, Stuttgart; 6., völlig überarb. Aufl., 1357 S.
- Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3. Aufl., Goltze Göttingen. 262 S.
- Ellwanger, G. & Ssymank, A. (2012): Thesis and Chances for the Adaption of the Ecological Network "Natura 2000" to Climate Change. In: Natura 2000 and Climate Change – a Challenge, Bonn 2012, Naturschutz und Biologische Vielfalt, Heft 118: 7-29.
- EU- Guidelines (2012): Draft Guidelines on Climate Change and Natura 2000: Dealing with the impact of climate change on the management of the Natura 2000 Network. Final Draft Version to be subject to approval of Commission Services 11 July 2012. http://ec.europa.eu/environment/nature/climatechange/pdf/N2_CC_guidelines.pdf, Abrufdatum 13.12.2012).
- FAG - Beitrag der Facharbeitsgruppen 1 bis 4 zur Naturschutzstrategie Baden-Württemberg 2020, v. a. FAG 2 „Erhaltung der biologischen Vielfalt“. Ministerium für Ernährung und ländlichen Raum. <http://www.mlr.baden-wuerttemberg.de/Naturschutzstrategie/99535.html>, Abrufdatum 13.12.2012).
- Fartmann, T., Behrens, M., Möllenbeck, V., Hölzel, N., Potential Effects of Climate Change on the Biodiversity in North Rhine- Westphalia. In: Natura 2000 and Climate Change – a Challenge, Bonn 2012, Naturschutz und Biologische Vielfalt, Heft 118: 63-73.
- Fischlin, A., Midgley, G.F., Price, J.T., Leemans, R., Gopal, B., Turley, C., Rounsevell, M.D.A., Dube,, O.P., Tarazona, J. & Velichko, A.A. (2007): Ecosystems, their properties, goods, and services. In: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden & C.E. Hanson (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp. 211-272.
- Fox, D. (2007): When worlds collide. Conservation 8(1):28-34.
- Franco, A.M.A., Hill, J.K., Kitschke, C., Collingham, Y.C., Roy, D.B., Fox, R., Huntley, B. & Thomas, C.D. (2006): Impacts of climate warming and habitat loss on extinctions at species' low-latitude range boundaries. Global Change Biology 12, 1545-1553.
- Glick, P., Staudt, A., Stein, B., (2009): A New Era for Conservation. Review of Climate Change Adaption Literature. National Wildlife Federation, 2009, S.-12-18. (69 S.).
- Gordo, O. (2007): Why are bird migration dates shifting? A review of weather and climate effects on avian migratory phenology. Climate Research 35, 37-58.
- Grabherr, G. (2003): Alpine vegetation dynamics and climate change - a synthesis of long-term studies and observations. In: Alpine Biodiversity in Europe - A Europe-wide Assessment of Biological Richness and Change, Nagy, L., G. Grabherr, C. Körner & D.B.A. Thompson (eds.). Springer, Heidelberg, pp. 399-409.
- Grabherr, G., Gottfried, M., Pauli, H. (1994): Climate effects on mountain plants. Nature 369 (6480), 448-448.

- Gregory, R. D., Stephen G. Willis, S. G., Jiguet, F., Vofříšek, P., Klvaňova, A., van Strien, A., Huntley, B., Collingham, Y., Couvet, D., Green, R. (2009): An indicator of the impact of climatic change on European bird populations. *PLoS ONE* 4 (3), e4678. DOI: 10.1371/journal.pone.0004678.
- Grossmann, M., Hartje, V. & Meyerhoff, J. (2010): Ökonomische Bewertung naturverträglicher Hochwasservorsorge an der Elbe. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 89. Landwirtschaftsverlag, Münster.
- Guisan, A. & Theurillat, J.-P. (2000b): Assessing alpine plant vulnerability to climate change: a modeling perspective. *Integrated Assessment* 1, 307-320.
- Günther, A. Nigmann, U., Achtziger, R. (2006): Analyse der Gefährdungsursachen planungsrelevanter Tiergruppen in Deutschland. Bundesamt für Naturschutz; 1., Aufl. 605 S.
- HABIT-CHANGE – Adaptive management of climate-induced changes of habitat diversity in protected areas. <http://www.habit-change.eu/index.php?id=200>: INTERREG IV B Central Europe programme, 2nd call. Abrufdatum 13.12.2012.
- Hampe, A. & Petit, R. (2005): Conserving biodiversity under climate change: the rear edge matters. *Ecology Letters*, (2005) 8: 461–467 doi: 10.1111/j.1461-0248.2005.00739.x.
- Hannah, L. (2009): A Global Conservation System for Climate-Change Adaptation. *Conservation Biology* 24 (1), 70-77.
- Hannah, L., Midgley, G., Anelman, S., Araújo, M., Hughes, G., Martínez-Meyer, E., Pearson, R. & Williams, P. (2007): Protected area needs in a changing climate. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5, 131-138.
- Harrison, P.A., Berry, P.M., Butt, N. & New, M. (2006): Modelling climate change impacts on species' distributions at the European scale: implications for conservation policy. *Environmental Science and Policy* 9, 116-128.
- Harvey, R.G., Brandt, L., Mazzotti, F. (2010): Climate Change Adaptation - New Perspectives for Natural Resource Management and Conservation. WEC318, Wildlife Ecology and Conservation Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Original publication date March 2012. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/UW/UW36300.pdf>, Abrufdatum 13.12.2012).
- Hassall, C., Thompson, D. J. (2008): The effects of environmental warming on Odonata: a review. *International Journal of Odonatology* 11 (2), 131-153.
- Heller, N. E., Zavaleta, E. S. (2009): Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations. *Biological Conservation* 142: 14–32.
- Hickling, R., Roy, D.B., Hill, J.K., Fox, R. & Thomas, C.D. (2006): The distributions of a wide range of taxonomic groups are expanding polewards. *Global Change Biology* 12, 450-455.
- Hodgson, J. A., Thomas, C. D., Wintle, B. A., Miolani, A. (2009): Climate change, connectivity and conservation decision making: back to basics. *Journal of Applied Ecology* 46, 964-969.
- Hodgson, J.A., Moilanen, A., Wintle, B.A., & Thomas, C.D. (2011): Habitat area, quality and connectivity: striking the balance for efficient conservation. *Journal of Applied Ecology*, 48, 148-152.
- Hole, D.G., Willis, S.G., Pain, D.J., Fishpool, L.D., Butchart, S.H.M., Collingham, Y.C., Rahbek, C., Huntley, B. (2009): Projected impacts of climate change on a continent-wide protected area network. *Ecology Letters* 12 (5), 420-431.
- Holsten, A., Vetter, V., Vohland, K., Krysanova, V. (2009): Impact of climate change on soil moisture dynamics in Brandenburg with a focus on nature conservation areas. *Ecological Modelling* 220 (17), 2076-2087.

- Huntley, B. (2007): Climatic Change and the Conservation of European biodiversity: towards the development of adaptation strategies. Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats, 27th meeting, Strasbourg 26-29 November 2007. Council of Europe, T-PVS/Inf (2007) 3. 60 S.
- Huntley, B., Collingham, Y. C., Willis, S. G., Gree, R. E. (2008): Potential Impacts of Climatic Change on European Breeding Birds. PLoS ONE 3 (1) e1439, 1-11.
- Huntley, B., Green, R. E., Collingham, Y. C., Willis, S. G. (2007): A climatic atlas of European breeding birds. Barcelona: Lynx Edicions, Durham University & RSPB, 521 S.
- IPCC (2002): Climate Change and Biodiversity. Geneve, IPCC Technical Paper V.
- IPCC (2007): IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4). Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneve. Download von: <http://www.ipcc.ch>, Abrufdatum 10.9.2012).
- IPCC, 2012 - Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, & P.M. Midgley (Eds.): Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Cambridge University Press, The Edinburgh Building, Shaftesbury Road, Cambridge CB2 8RU ENGLAND, 582 pp.
- IPCC. 2007. Climate Change 2007. Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. B. Metz, et al. (eds), Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Jaeschke, A., Bittner, T., Reineking, B., Beierkuhnlein, C.: Can they keep up with climate change? - Integrating specific dispersal abilities of protected Odonata in species distribution modelling. Insect Conservation and Diversity (2012), doi:10.1111/j.1752-4598.2012.00194.x. Article first published online: 8 MAR 2012.
- Jaeschke, A., Bittner, T., Jentsch, A., Reineking, B., Schlumprecht, H., Beierkuhnlein, C. (2013): Biotic interactions in the face of climate change: a comparison of three modelling approaches. PLOS ONE, December 2012 | Volume 7, Issue 12, e51472. PLoS ONE 7(12): e51472. doi:10.1371/journal.pone.0051472.
- Jansen, F. & Dengler, J. (2008): Göttingen 2008. GermanSL – Eine universelle taxonomische Referenzliste für Vegetationsdatenbanken in Deutschland. Tuexenia 28: 239–253.
- Jansen, F. (2012): – R-Paket vegdata: Vegetation data access and taxonomic harmonization, Version 0.5, Florian Jansen, March 21, 2012).
- Jensen, R., Landgraf, L., Lenschow, U., Paterak, B., Permien, T., Schiefelbein, U., Sorg, U., Thormann, J., Trepel, M., Wälter, T., Wreesmann, H., Ziebarth, M. (2011): Positionspapier: Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz – Gemeinsame Position der Länderfachbehörden von Brandenburg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein. www.lfu.bayern.de/natur/moorschutz/doc/gemeinsame_position.pdf.
- Jentsch, A., Beierkuhnlein, C. (2010): Simulating the future - responses of ecosystems, key species and European provenances to expected climatic trends and events. Nova Acta Leopoldina 112 (384), 89-98.
- Kreyling, J., Bittner, T., Jaeschke, A., Jentsch, A., Steinbauer, M., Thiel, D., Beierkuhnlein, C. (2011): Assisted Colonization: A Question of Focal Units and Recipient Localities. Restoration Ecology Volume 19, Issue 4: 433–440, July 2011.
- LANA - Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung, Thesenpapier "Klimawandel und Naturschutz", 2011, S.3. (6 S.).
- Lawler, J. J. (2009): Climate change adaptation strategies for resource management and conservation planning. Annals of the New York Academy of Sciences 1162:79–98.

- Lawler, J.J., White, D., Neilson, R.P. & Blaustein, A.R. (2006): Predicting climate-induced range shifts: model differences and model reliability. *Global Change Biology* 12, 1568–1584.
- Lemoine, N., Bohning-Gaese, K. (2003): Potential impact of global climate change on species richness of long-distance migrants. *Conserv. Biol.* 17, 577-586.
- Leuschner, C., Schipka, F. (2004): Vorstudie Klimawandel und Naturschutz in Deutschland. Abschlussbericht eines F+E-Vorhabens zur Erstellung einer Literaturstudie (FKZ 80383010), im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz, Bonn. BfN-Skripten 115, 35 S.
- Levinsky, I., Skow, F., Svenning, J.C. & Rahbek, C. (2007): Potential impact of climate change on the distributions and diversity patterns of European mammals. *Biodiversity and Conservation* 16, 3803-3816.
- LUBW, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2013): Übersichtstabelle zum MaP-Bearbeitungsstand in Baden-Württemberg, Stand: Januar 2013. Online unter <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/49960/>, Abrufdatum 11.4.2013.
- LNatSchG: Gesetz zum Schutz der Natur, zur Pflege der Landschaft und über die Erholungsvorsorge in der freien Landschaft (Baden-Württembergisches Landes-Naturschutzgesetz. Vom 13. Dezember 2005, Abrufdatum 13.12.2012. http://www.landesrecht-bw.de/jportal/portal/t/rz8/page/bsbawueprod.psml/action/portlets.jw.MainAction?p1=3&eventSubmit_doNavigate=searchInSubtreeTOC&showdoccase=1&doc.hl=0&doc.id=jlr-NatSchGBW2005pP1&doc.part=S&toc.poskey=#focuspoint.
- LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2004): Rote Liste Vögel, Naturschutz-Praxis, Artenschutz 11: Rote Liste und kommentiertes Verzeichnis der Brutvogelarten Baden-Württembergs. 5. Fassung. Stand 31.12.2004. LUBW, Postfach 10 01 63, 76157 Karlsruhe.
- LUBW - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2002): Rote Liste Biotope Langfassung: URL http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/61945/RL%20Biotoptypen%20mit%20BE_LUBW.pdf, Abrufdatum 13.12.2012).
- LUBW - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2001): Arten, Biotope, Landschaft – Schlüssel zum Erfassen, Beschreiben, Bewerten. 3. Aufl. – Fachdienst Naturschutz, Allgemeine Grundlagen 1: 321 S.; Karlsruhe.
- LUBW - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2002): Moore in Baden-Württemberg. Karlsruhe. http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/13578/moore_in_baden_wuerttemberg.pdf?command=downloadContent&filename=moore_in_baden_wuerttemberg.pdf, Abrufdatum 13.12.2012.
- LUBW - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2012): Kurzfassung Vergleich regionaler Klimaprojektionen für Baden-Württemberg. Karlsruhe. Stand 9.5.2012. 37 S.
- Ludlow, D. (2006). Urban sprawl in Europe: the ignored challenge. European Environment Agency, Copenhagen, 60 S.
- Maclean, I. & Wilson, R. (2011): Recent ecological responses to climate change support predictions of high extinction risk. *PNAS*. <http://www.pnas.org/content/early/2011/07/06/1017352108.full.pdf>, Abrufdatum 13.12.2012.
- Malcolm, J.R., Liu, C., Neilson, R.P., Hansen, L. & Hannah, L. (2006): Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots. *Conservation Biology* 20, 538-548.

- Matzdorf B., Reutter M., Hübner, C. (2010): Bewertung der Ökosystemdienstleistungen von HNV-Grünland (High Nature Value Grassland). – Abschlussbericht des Leibnitz-Zentrums für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.
- McLachlan, J. S., Hellmann, J.J. & Schwartz, M.W. (2007): A framework for debate of assisted migration in an era of climate change. *Conservation Biology* 21: 297-302.
- Meier, E. S., Lischke, H., Schmatz, D. R., Zimmermann, N. E. (2012): Climate, competition and connectivity affect future migration and ranges of European trees. *Global Ecology and Biogeography* 21: 164-178.
- Menéndez, R., González-Megías, A., Lewis, O., Shaw, M.R. & Thomas, C.D. (2008): Escape from natural enemies during climate-driven range expansion: a case study. *Ecological Entomology* 33: 413-421.
- Menzel, A., Sparks, T.H., Estrella, N., Koch, E., Aasa, A., Ahas, R., Alm-Kübler, K., Bissolli, P., Braslavská, O., Briede, A., Chmielewski, F.M., Crepinsek, Z., Curnel, Y., Dahl, Å., Defila, C., Donnelly, A., Filella, Y., Jatczak, K., Måge, F., Mestre, A., Nordli, Ø., Peñuelas, J., Pirinen, P., Remišová, V., Schneifinger, H., Striz, M., Susnik, A., van Vliet, A.J.H., Wielgolaski, F.-E., Zach, S. & Züst, A. (2006): European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology* 12, 1969-1976.
- Menzel, A., Estrella, N., Fabian, P. (2005): Phänologie - Pflanzen in einer wärmeren Welt, 144-155. In: Münchener Rück: Wetterkatastrophen und Klimawandel. Sind wir noch zu retten? Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft (Hrsg.), PG Verlag München, 264 S.
- Menzel, A., Fabian, P. (1999): Growing season extended in Europe. *Nature* 397, 659.
- Met Office (2008): UK Climate. In: <http://www.metoffice.gov.uk/education/secondary/teachers/ukclimate.html>, Abrufdatum 13.12.2012.
- Midgley, G.F., Thuiller, W. & Higgins, S.I. (2007): Plant species migration as a key uncertainty in predicting future impacts of climate change on ecosystems: Progress and challenges. In: *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*, Canadell, J.G., D.E. Pataki and L.F. Pitelka (eds.). Springer-Verlag, New York, pp. 129-137.
- MLRV - Ministerium für ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2012): Pressemitteilung 202/2012: Landschaftserhaltungsverbände in Baden-Württemberg – Gründungsinitiative des Landes findet breiten Zuspruch. Online unter http://www.mlr.baden-wuerttemberg.de/Landschaftserhaltungsverbaende_in_Baden_Wuerttemberg_Gruendungsinitiative_des_Landes_findet_breiten_Zuspruch/113871.html, Abrufdatum 11.4.2013.
- MLRV - Ministerium für ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2010): Naturschutzstrategie Baden-Württemberg 2020 - Natur – das grüne Kapital unseres Landes: <http://www.mlr.baden-wuerttemberg.de/Naturschutzstrategie/99535.html>, Abrufdatum 10.9.2012.
- Morecroft, M. D., Crick, H. Q. P., Duffield, S. J., Macgregor, N. A. (2012): Practitioner's Perspective. Resilience to climate change: translating principles into practice. *Journal of Applied Ecology* 2012, 49, (S.548) 547-551 S.
- Naturschutzstrategie BW 2020: Naturschutzstrategie Baden-Württemberg 2020. Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg. Stuttgart. Quelle: <http://www.mlr.baden-wuerttemberg.de/Naturschutzstrategie/99535.html>. pdf einschließlich 4 Facharbeitsgruppen-Ergebnisse. Abrufdatum 10.9.2012.
- Ohlemüller, R., Gritti, E.S., Sykes M.T. & Thomas C.D. (2006a): Towards European climate risk surfaces: the extent and distribution of analogous and non-analogous climates 1931–2100. *Global Ecology and Biogeography* 15, 395-405.

- Olofsson, J., Hickler, T., Sykes, M.T., Araújo, M.B., Baletto, E., Berry, P., Bonelli, S., Cabeza, M., Dubuis, A., Guisan, A., Kühn, I., Kujala, H., Piper, J., Rounsevell, M., Settele, J., Thuiller, W. and MACIS Co-ordination Team, April (2008): Deliverable 1.1: Climate change impacts on European biodiversity – observations and future projections. MACIS - Minimisation of and Adaptation to Climate change Impacts on biodiversity, 36 S.
- Ott, J. (1996): Zeigt die Ausbreitung der Feuerlibelle *Crocothemis erythrea* BRULLE in Deutschland eine Klimaveränderung an? *Naturschutz und Landschaftsplanung* 2, 53-61.
- Ott, J. (2000): Die Ausbreitung mediterraner Libellenarten in Deutschland und Europa. In: Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz: Klimaveränderungen und Naturschutz, NNA – Berichte 13 (2), 13-36.
- Ott, J. (2007): Hat die Klimaänderung eine Auswirkung auf das Netz Natura 2000? – Erste Ergebnisse aus Untersuchungen an Libellenzoonosen dystropher Gewässer im Biosphärenreservat Pfälzerwald. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 46, 65-90.
- Ozenda, P. & Borel, J.-L. (1991). Mögliche Auswirkungen von Klimaveränderungen in den Alpen. CIPRA, Kleine Schriften 8/91.
- Parmesan C. (2006): Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37, 637-669.
- Parmesan, C. & G. Yohe (2003): A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421, 37-42.
- Parmesan, C. (2007): Influences of species, latitudes and methodologies on estimates of phenological response to global warming. *Global Change Biology* 13, 1860-1872.
- Pauli, H., Gottfried, M., Reiter, K., Klettner, C. & Grabherr, G. (2007): Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994– 2004) at the GLORIA*master site Schrankogel, Tyrol, Austria. *Global Change Biology* 13, 147-156.
- Pearson, R.G. & Dawson, T.P. (2003): Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology and Biogeography* 12, 361-372.
- Peñuelas, J., Filella, I. & Comas, P. (2002): Changed plant and animal life cycles from 1952 to 2000 in the Mediterranean region. *Global Change Biology* 8, 531-544.
- Petermann, J., Balzer, S., Ellwanger, G., Schroder, E., Ssymank, A. (2007): Klimawandel – Herausforderung für das europaweite Schutzgebietssystem Natura 2000. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 46, 33-48.
- Pompe, S., Berger, S., Bergmann, J., Badeck, F., Lubbert, J., Klotz, S., Rehse, A., Sohlke, G., Sattler, S., Walther, G., Kuhn, I. (2010): Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation in Deutschland. Abschlussbericht eines F+E Vorhabens (FKZ 805 81 001) in den Jahren 2005 bis 2008, im Auftrag des BfN, 517 S.
- Pompe, S., Berger, S., Walther, G.-R., Badeck, F., Hanspach, J., Sattler, S., Klotz, S., Kuhn, I. (2009): Mögliche Konsequenzen des Klimawandels für Pflanzenareale in Deutschland. *Natur und Landschaft* 84 (1), 2-7.
- Pompe, S., Hanspach, J., Badeck, F., Klotz, S., Bruehlheide, H., Kuhn, I. (2010b): Investigating habitat-specific plant species pools under climate change. *Basic and Applied Ecology* 11, 603-611.
- Pompe, S., Hanspach, J., Badeck, F., Klotz, S., Thuiller, W., Kühn, I. (2008): Climate and land use change impacts on plant distributions in Germany. *Biology Letters* 4: 564-567.

- Pounds J.A., Bustamante, M.R., Coloma, L.A., Consuegra, J.A., Fodgen, M.P.L., Foster, P.N., La MARca, E., Masters, K.L., Merino-Viteri, A., Puschendorf, R., Santiago, R.R., Sánchez-Azofeifa, G.A., Still, C.J., Young, B.E. (2006): Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature* 439:161–167.
- Pounds, J.A., Bustamante, M., R., Coloma, L.A., Consuegra, J.A., Fogden, M.P.L., Foster, P.N., La Marca, E., Masters, K.L., Merino-Viteri, A., Puschendorf, R., Ron, S.R., Sánchez-Azofeifa, G.A., Still, C.J. & Young, B.E. (2006): Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature* 439, 161-167.
- Pounds, J.A., Fogden, M.P.L. & Campell, J.H. (1999): Biological responses to climate change on a tropical mountain. *Nature* 398, 611-615.
- Rabitsch, W., Winter, M., Kuhn, E., Kuhn, I., Gotzl, M., Essl, F. & Gruttke, H. (2010): Auswirkungen des rezenten Klimawandels auf die Fauna in Deutschland. *Naturschutz und Biologische Vielfalt Heft* 98, 268 S.
- Rebelo, H., Tarroso, P., Jones, G. (2010): Predicted impact of climate change on European bats in relation to their biogeographic patterns. *Global Change Biology* 16, 561-576.
- Reif, A., Brucker, U., Kratzer, R., Schmiedinger, A., Bauhus J. (2009): Waldbau und Baumartenwahl in Zeiten des Klimawandels aus Sicht des Naturschutzes Abschlussbericht eines F+E-Vorhabens im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz, FKZ 3508 84 0200.
- Ricciardi, A. & Simberloff, D. (2009): Assisted colonization is not a viable conservation strategy. *Trends in Ecology and Evolution*. 24: 248-253.
- Rödger, D., Schulte, U. (2010): Amphibien und Reptilien im anthropogenen Klimawandel: Was wissen wir und was erwarten wir? *Zeitschrift für Feldherpetologie* 17, 1-22.
- Root, T.L., Price, J.T., Hall, K.R., Schneider, S.H., Rosenzweig, C. & Pounds, J.A. (2003): Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421, 57-60.
- Schäfer, A. (2010): Moore und Euros – die vergessenen Millionen. Vortrag BfN-Workshop „Ökosystemdienstleistungen“ am 22. Februar 2010 in Vilm, URL: http://www.naturschutzportal.de/fileadmin/MDB/documents/ina/vortraege/2010_Oekosystemdienst-Schaefer_Moore.pdf. Abrufdatum 10.9.2012.
- Schaffer, N. (2009): Der Klimawandel-Index. *Der Falke* 56, 134-135.
- Schils, R., Kuikman, P., Liski, J., Oijen, M. van, Smith, P., Webb, J., Alm, J., Somogyi, Z., Akker, J. van den, Billett, M., Emmett, B., Evans, C., Lindner, M., Palosuo, T., Bellamy, P., Alm, J., Jandl, R., Hiederer, R. (2008): Review of existing information on the interrelations between soil and climate change. Final report. Wageningen, Bangor, Helsinki: Alterra, Centre for Ecology and Hydrology, Finnish Environment Institute SYKE, UNAB. 070307/2007/486157/SER/B1.
- Schlumprecht, H., Bittner, T., Jaeschke, A., Jentsch, A., Reineking, B., Beierkuhnlein, C. (2010): Gefährdungsdiskussion von FFH-Tierarten Deutschlands angesichts des Klimawandels. Eine vergleichende Sensitivitätsanalyse. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 42 (10), 293-303.
- Schlumprecht, H., Strätz, C., Potrykus, W., Frobel, K. (2004): Libellenverbreitung und wasserwirtschaftliche Renaturierungsmaßnahmen im oberen Maintal – Vorher – Nachher- Vergleich anhand einer Rasterkartierung. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 36 (9), 277-284.
- Schweiger, O., Settele, J., Kudrna, O., Klotz, S., Kuhn, I. (2008): Climate change can cause spatial mismatch of trophically interacting species. *Ecology* 89 (12), 3472-3479.
- Sekercioglu, C.H., Schneider, S.H., Fay, J.P. & Loarie, S.R. (2008): Climate Change, Elevational Range Shifts, and Bird Extinctions. *Conservation Biology* 22, 140-150.

- Settele, J., Kudrna, O., Harpke, A., Kühn, I., van Swaay, C., Verovnik, R., Warren, M., Wiemers, M., Hanspach, J., Hickler, T., Kuhn, E., van Halder, I., Veling, K., Vliegthart, A., Wynhoff, I., Schweiger, O. (2008): Climatic Risk Atlas of European Butterflies, Biorisk 1 (Special Issue). Sofia, Moscow: Pensoft, 710 S.
- Skov, F., Svenning, J.-C. (2004): Potential impact of climatic change on the distribution of forest herbs in Europe. *Ecography* 27: 366-380.
- Slobodda, S. (2007): Klimawandel in Sachsen – Auswirkungen auf Ökosysteme, Lebensräume und Arten. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 46, 105-126.
- Slobodda, S. (2007): Klimawandel in Sachsen – Auswirkungen auf Ökosysteme, Lebensräume und Arten. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 46, 105-126.
- Söndgerath, D., Rummland, J., Suhling, F. (2012): Large spatial scale effects of rising temperatures: modelling a dragonfly's life cycle and range throughout Europe. *Insect Conservation and Diversity*. doi: 10.1111/j.1752-4598.2011.00182.
- SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (2012): Umweltgutachten 2012: Verantwortung in einer begrenzten Welt, 694 S.
http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2012_06_04_Umweltgutachten_HD.pdf?__blob=publicationFile, Abrufdatum 13.12.2012.
- Stefanescu, C., Peñuelas, J. & Filella, I. (2003): Effects of climatic change on the phenology of butterflies in the northwest Mediterranean Basin. *Global Change Biology* 9, 1494-1506.
- Stern, N. (2006): Stern Review on the Economics of Climate Change.
http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview_index.htm. Aufgerufen am 13.12.2012.
- Straile, D., Kerimoglu, O., Peeters, F., Jochimsen, M. C., Kummerlin, R., Rinke, K., Rothhaupt, K.-O. (2010): Effects of a half millennium winter on a deep lake – a shape of things to come? *Global Change Biology* 16 (10), 2844–2856.
- Sudfeldt, C., Droschmeister, R., Flade, M., Gruneberg, C., Mitschke, A., Schwarz, J., Wahl, J. (2009): Vogel in Deutschland - 2009. DDA, BfN, LAG VSW, Münster.
- Thomas, C. D. (2010): Climate, climate change and range boundaries. *Diversity and Distributions*, 1-8.
- Thomas et al. (2012): Protected areas facilitate species' range expansions.
www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1210251109.
- Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R., Bakkenes, M., Beaumont, L., Collingham, Y., Erasmus, B., Ferreira de Siqueira, M., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., van Jaarsveld, A., Midgley, G., Miles, L., Ortega-Huerta, M., Peterson, T., Phillips, O., Williams, S. (2004): Extinction risk from climate change. *Nature* 427, 145-148.
- Thomas, C. D. & Lennon, J. J.: (1999): Birds extend their ranges northwards. *Nature* 399, 213.
- Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R.E., Bakkenes, M., Beaumont, L.J., Collingham, Y.C., Erasmus, B.F.N., Ferreira de Siquiera, M., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., van Jaarseveld, A.S., Midgley, G.F., Miles, L., Ortega-Huerta, M.A., Peterson, A.T., Phillips O.L. and Williams, S.E.(2004): Extinction risk from climate change. *Nature* 427, 145-148.
- Thomasius, H. (1991): Mögliche Auswirkungen einer Klimaveränderung auf die Wälder in Mitteleuropa. *Forstw. Cbl.* 110, 305-330.
- Thuiller, W., Albert, C., Araújo, M.B., Berry, P.M., Cabeza, M., Guisan, A., Hickler, T., Midgley, G. F., Paterson, J., Schurr, F.M., Sykes, M.T. & Zimmermann, N.E. (2008): Predicting global change

- impacts on plant species' distributions: Future challenges. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 9, 137-152.
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araújo, M.B., Sykes, M.T. & Prentice, I.C. (2005): Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102, 8245-8250.
- UM & LUBW – Umweltministerium und LUBW - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2012). Klimawandel in Baden-Württemberg. Broschüre. Stuttgart. 2. Auflage. Quelle: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/67972/>, Abrufdatum 10.9.2012.
- Van Swaay, C. A. M., Harpke, A., Fontaine, B., Stefanescu, C., Roy, D., Maes, D., Kühn, E., Ounap, E., Regan, E. C. Svitra, G., Heliölä, J., Settele, J., Musche, M., Warren, M. S., Plattner, M., Kuussaari, M., Cornish, N., Schweiger, O., Feldmann, R., Julliard, R., Verovnik, R., Roth, T., Brereton, T. & Devictor, V. (2010): The impact of climate change on butterfly communities 1990-2009 Report VS 2010.025, Butterfly Conservation Europe & De Vlinderstichting, Wageningen.
- Visser, M.E. & Both, C. (2005): Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 272, 2561-2569.
- Visser, M.E. & Holleman, L.J.M. (2001): Warmer springs disrupt the synchrony of oak and winter moth phenology. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 268, 289-294.
- Visser, M.E., van Noordwijk, A.J., Tinbergen, J.M. & Lessells, C. (1998): Warmer springs lead to mistimed reproduction in great tits (*Parus major*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 265, 1867-1870.
- Vittoz, P., Bodin, J., Ungricht, S., Burga, C.A. & Walther, G.-R. (2008): One century of vegetation change on Isla Persa, a nunatak in the Bernina massif in the Swiss Alps. *Journal of Vegetation Science* 19, 671-680.
- Vittoz, P., Jutzeler, S. & Guisan, A. (2006): Alpine flora and climate change: monitoring of three summits in Valais (Switzerland) during the 20th century. *Bulletin de la Murithienne* 123, 49-59.
- Von dem Bussche, J., Spaar, R., Schmid, H., Schröder, B. (2008): Modelling the recent and potential future spatial distribution of the Ring Ouzel (*Turdus torquatus*) and Blackbird (*T. merula*) in Switzerland. *Journal of Ornithology* 149: 529-544.
- Walther G.-R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin, J.-M., Hoegh-Guldberg, O. & Bairlein, F. (2002): Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416, 389-395.
- Walther, G.-R., Beibner, S. & Burga, C.A. (2005): Trends in the upward shift of alpine plants. *Journal of Vegetation Science* 16, 541-548.
- Watson, R.T., Zinyowera, M. & Moss, R.H. (1988): The regional impacts of climate change, an assessment of vulnerability. A special report of IPCC Working Group 2. Cambridge University Press, Cambridge.
- West, J. M., Julius, S.H., Kareiva, P., Enquist, C., Lawler, J.J., Petersen, B., Johnson, A.E. & Shaw, M.R. (2009): U.S. natural resources and climate change: concepts and approaches for management adaptation. *Environmental Management* 44:1001-1021.
- Williams, J.W., Jackson, S.T. & Kutzbach, J.E. (2007): Projected distributions of novel and disappearing climates by 2100 AD. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104, 5738-5742.
- Wilson R.J., Gutiérrez, D., Gutiérrez, J. & Monserrat, V.J. (2007): An elevational shift in butterfly species richness and composition accompanying recent climate change. *Global Change Biology* 13, 1873-1887.

Zebisch, M., Grothmann, T., Schroter, D., Hasse, C., Fritsch, U., Cramer, W. (2005): Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Climate Change 08/05. Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau, 205 S.

6 Anhang Materialien

6.1 Tabellen und ergänzende Grafiken

6.1.1 Zuordnungen von Arten und Lebensräumen zu Sensitivitäten

6.1.1.1 Sensitivität von Tierarten der FFH-Richtlinie

Da für alle FFH-Tierarten Deutschlands eine Einstufung der Gefährdungsdiskposition gegenüber dem Klimawandel vorliegt (Schlumprecht et al. 2010), wurde diese für die FFH-Tierarten Baden-Württembergs ausgewertet (siehe Kap. 3.1.1.1). Hier wird die ausführliche Tabelle dargestellt, auf der die Auswertung in Kap. 3.1.1.1 beruht.

Tabelle 26: Sensitivität der FFH-Tierarten Baden-Württembergs

EHZ-BW: Erhaltungszustand in Baden-Württemberg, Abkürzungen:

s schlecht
u ungünstig
g günstig
? unklare Einstufung

Quellen:

- Liste der in Deutschland vorkommenden Arten der Anhänge II, IV, V der FFH-Richtlinie (92/43/EWG), Bundesamt für Naturschutz, www.bfn.de; downloadbares pdf
- Schlumprecht et al. (2010)
- Erhaltungszustände: downloadbares pdf von der Homepage der LUBW, Stand 2006/2007

Die Erhaltungszustände der FFH-Arten Baden-Württembergs werden voraussichtlich Frühsommer 2013 aktualisiert und sind dann hier entsprechend anzupassen.

Wissenschaftl. Artname	Deutscher Artname	Anh. II	Anh. IV	Anh. V	Sens.	EHZ-BW	Gruppe
<i>Barbastella barbastellus</i>	Mopsfledermaus	X	X		6	s	Säugetiere
<i>Castor fiber</i>	Biber	X	X		5	g	Säugetiere
<i>Cricetus cricetus</i>	Feldhamster		X		7	s	Säugetiere
<i>Eptesicus nilssonii</i>	Nordfledermaus		X		9	?	Säugetiere
<i>Eptesicus serotinus</i>	Breitflügelfledermaus		X		6	g	Säugetiere
<i>Felis silvestris</i>	Wildkatze		X		7	?	Säugetiere
<i>Lynx lynx</i>	Luchs	X	X		9	?	Säugetiere
<i>Martes martes</i>	Baummartener			X	5	g	Säugetiere
<i>Muscardinus avellanarius</i>	Haselmaus		X		7	g	Säugetiere
<i>Mustela putorius</i>	Iltis			X	4	g	Säugetiere
<i>Myotis alcathoe</i>	Nymphenfledermaus		X		6	?	Säugetiere
<i>Myotis bechsteinii</i>	Bechsteinfledermaus	X	X		7	u	Säugetiere
<i>Myotis brandtii</i>	Große Bartfledermaus		X		6	u	Säugetiere
<i>Myotis daubentonii</i>	Wasserfledermaus		X		3	g	Säugetiere
<i>Myotis emarginatus</i>	Wimperfledermaus	X	X		8	u	Säugetiere
<i>Myotis myotis</i>	Großes Mausohr	X	X		5	g	Säugetiere
<i>Myotis mystacinus</i>	Kleine Bartfledermaus		X		8	g	Säugetiere
<i>Myotis nattereri</i>	Fransenfledermaus		X		4	g	Säugetiere
<i>Nyctalus leisleri</i>	Kleiner Abendsegler		X		4	u	Säugetiere
<i>Nyctalus noctula</i>	Abendsegler		X		3	g	Säugetiere
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Weißrandfledermaus		X		8	g	Säugetiere

Wissenschaftl. Artname	Deutscher Artname	Anh. II	Anh. IV	Anh. V	Sens.	EHZ-BW	Gruppe
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Rauhhaufledermaus		X		5	g	Säugetiere
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Zwergfledermaus		X		4	g	Säugetiere
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Mückenfledermaus		X		4	?	Säugetiere
<i>Plecotus auritus</i>	Braunes Langohr		X		4	g	Säugetiere
<i>Plecotus austriacus</i>	Graues Langohr		X		7	u	Säugetiere
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Große Hufeisennase	X	X		8	s	Säugetiere
<i>Rupicapra rupicapra</i>	Gämse			X	10	g	Säugetiere
<i>Vespertilio murinus</i>	Zweifarbledermaus		X		5	?	Säugetiere
<i>Alytes obstetricans</i>	Geburtshelferkröte		X		10	u	Amphibien
<i>Bombina variegata</i>	Gelbbauchunke, Bergunke	X	X		8	u	Amphibien
<i>Bufo calamita</i>	Kreuzkröte		X		6	u	Amphibien
<i>Bufo viridis</i>	Wechselkröte		X		7	u	Reptilien
<i>Coronella austriaca</i>	Schlingnatter		X		8	g	Reptilien
<i>Emys orbicularis</i>	Europäische Sumpfschildkröte	X	X		10	s	Amphibien
<i>Hyla arborea</i>	Laubfrosch		X		9	u	Amphibien
<i>Lacerta agilis</i>	Zauneidechse		X		5	u	Reptilien
<i>Lacerta bilineata</i> 2)	Westliche Smaragdeidechse		(X)		8	g	Reptilien
<i>Pelobates fuscus</i>	Knoblauchkröte		X		8	s	Amphibien
<i>Podarcis muralis</i>	Mauereidechse		X		5	u	Reptilien
<i>Rana arvalis</i>	Moorfrosch		X		11	s	Amphibien
<i>Rana dalmatina</i>	Springfrosch		X		9	g	Amphibien
<i>Rana kl. esculenta</i>	Wasser-, Teichfrosch			X	7	g	Amphibien
<i>Rana lessonae</i>	Kleiner Wasserfrosch		X		6	?	Amphibien
<i>Rana ridibunda</i>	Seefrosch			X	11	g	Amphibien
<i>Rana temporaria</i>	Gras-, Taufrosch			X	6	g	Amphibien
<i>Salamandra atra</i>	Alpensalamander		X		11	g	Amphibien
<i>Triturus cristatus</i>	Kammolch	X	X		7	u	Amphibien
<i>Zamenis longissimus</i>	Äskulapnatter		X		8	g	Reptilien
<i>Alosa alosa</i>	Maifisch	X			6	?	Fische
<i>Aspius aspius</i>	Rapfen	X			7	u	Fische
<i>Cobitis taenia</i>	Steinbeißer	X			8	g	Fische
<i>Cottus gobio</i>	Groppe	X			9	g	Fische
<i>Hucho hucho</i> (natürliche Populationen)	Huchen	X			10	?	Fische
<i>Lampetra fluviatilis</i>	Flussneunauge	X			6	?	Fische
<i>Lampetra planeri</i>	Bachneunauge	X			9	g	Fische
<i>Leuciscus souffia</i>	Strömer	X			7	g	Fische
<i>Misgurnus fossilis</i>	Schlammpeitzger	X			9	?	Fische
<i>Petromyzon marinus</i>	Meerneunauge	X			6	?	Fische
<i>Rhodeus amarus</i>	Bitterling	X			9	g	Fische
<i>Salmo salar</i> (nur im Süßwasser)	Lachs	X			10	u	Fische
<i>Thymallus thymallus</i>	Äsche			X	9	u	Fische
<i>Zingel streber</i>	Streber	X			6	?	Fische
<i>Barbus barbus</i>	Barbe			X	5	g	Fische
<i>Cerambyx cerdo</i>	Großer Heldbock	X	X		9	s	Käfer
<i>Cucujus cinnaberinus</i>	Scharlachkäfer	X	X		12	n	Käfer

Wissenschaftl. Artname	Deutscher Artname	Anh. II	Anh. IV	Anh. V	Sens.	EHZ-BW	Gruppe
<i>Dytiscus latissimus</i>	Breitrand	X	X		9	n	Käfer
<i>Graphoderus bilineatus</i>	Schmalbindiger Breitflügel-Tauchkäfer	X	X		9	?	Käfer
<i>Lucanus cervus</i>	Hirschkäfer	X			5	g	Käfer
<i>Osmoderma eremita</i>	Eremit, Juchtenkäfer	*	X		9	u	Käfer
<i>Rosalia alpina</i>	Alpenbock	*	X		11	g	Käfer
<i>Coenagrion mercuriale</i>	Helm-Azurjungfer	X			8	g	Libellen
<i>Coenagrion ornatum</i>	Vogel-Azurjungfer	X			10	s	Libellen
<i>Gomphus flavipes</i>	Asiatische Keiljungfer		X		9	g	Libellen
<i>Leucorrhinia caudalis</i>	Zierliche Moosjungfer		X		9	s	Libellen
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	Große Moosjungfer	X	X		9	g	Libellen
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	Grüne Keiljungfer	X	X		10	g	Libellen
<i>Sympecma paedisca</i>	Sibirische Winterlibelle		X		12	s	Libellen
<i>Coenonympha hero</i>	Wald-Wiesenvögelchen		X		8	s	Schmetterlinge
<i>Euphydryas aurinia</i>	Abiss-/Skabiosen- Scheckenfalter	X			7	s	Schmetterlinge
<i>Euphydryas maturna</i>	Eschen-Scheckenfalter	X	X		9	s	Schmetterlinge
<i>Euplagia quadripunctaria</i>	Spanische Flagge	*			5	g	Schmetterlinge
<i>Gortyna borelii lunata</i>	Haarstrangwurzeleule	X	X		8	g	Schmetterlinge
<i>Lopinga achine</i>	Gelbringfalter		X		8	s	Schmetterlinge
<i>Lycaena dispar</i>	Großer Feuerfalter	X	X		6	g	Schmetterlinge
<i>Lycaena helle</i>	Blauschillernder Feuerfalter	X	X		11	g	Schmetterlinge
<i>Maculinea arion</i>	Quendel- Ameisenbläuling		X		9	g	Schmetterlinge
<i>Maculinea nausithous</i>	Dunkler Wiesenknopf- Ameisenbläuling	X	X		8	g	Schmetterlinge
<i>Maculinea teleius</i>	Heller Wiesenknopf- Ameisenbläuling	X	X		10	g	Schmetterlinge
<i>Parnassius apollo</i>	Apollofalter		X		8	s	Schmetterlinge
<i>Parnassius mnemosyne</i>	Schwarzer Apollofalter		X		9	s	Schmetterlinge
<i>Proserpinus proserpina</i>	Nachtkerzenschwärmer		X		7	?	Schmetterlinge
<i>Anisus vorticulus</i>	Zierliche Tellerschnecke	X	X		9	?	Weichtiere
<i>Helix pomatia</i>	Weinbergschnecke			X	5	g	Weichtiere
<i>Unio crassus</i>	Gemeine Flussmuschel	X	X		10	u	Weichtiere
<i>Vertigo angustior</i>	Schmale Windelschnecke	X			7	u	Weichtiere
<i>Vertigo geyeri</i>	Vierzählige Windelschnecke	X			8	u	Weichtiere
<i>Vertigo moulinsiana</i>	Bauchige Windelschnecke	X			9	g	Weichtiere
<i>Anthrenochernes stellae</i>		X			10	?	Sonstige
<i>Astacus astacus</i>	Edelkrebs			X	9	g	Krebse
<i>Austropotamobius pallipes</i>	Dohlenkrebs	X			11	g	Krebse
<i>Austropotamobius torrentium</i>	Steinkrebs	*			10	g	Krebse
<i>Hirudo medicinalis</i>	Medizinischer Egel			X	8	?	Sonstige

6.1.1.2 Steigende Schutzverantwortung für Tierarten und für Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie

Auf den nächsten Seiten sind die Datentabellen zu Kap. 3.1.2.2 Steigende Schutzverantwortung für Tierarten der FFH-Richtlinie und zu Kapitel 3.2.1.4 Steigende Schutzverantwortung für Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie aufgeführt.

Tabelle 27: Projizierte Verbreitungsänderungen und Verantwortlichkeit Deutschlands und Baden-Württembergs für FFH-Tierarten

EHZ-BW: Erhaltungszustand der Art in Baden-Württemberg: g: günstig; u: ungünstig, s: schlecht; n: nicht in Baden-Württemberg vorkommend, Stand 2006/2007. Eine Aktualisierung der Erhaltungszustände ist für Frühjahr 2013 geplant.

Artnamen_DE	Artnamen_Lat	EHZ-BW	Schutzverantwortung für D	Schutzverantwortung Begründung
Mauereidechse	<i>Podarcis muralis</i>	u	Erhöhung	vor allem im Westen und Süden der derzeitigen Verbreitung Verluste; D verbleibendes wichtiges Areal
Schlingnatter	<i>Coronella austriaca</i>	g	Erhöhung	zukünftige Gesamtverbreitung über Mitteleuropa und Balkan
Gelbgrüne Zornnatter	<i>Hierophis viridiflavus</i>	n	Erhöhung	Einwanderung der Art
Zauneidechse	<i>Lacerta agilis</i>	u	keine besondere Verantwortung	da Vorkommen voraussichtlich stabil bleiben
Westliche Smaragdeidechse	<i>Lacerta bilineata</i>	g	Erhöhung	ein Großteil der projizierten klimatisch geeigneten Fläche befindet sich in Deutschland, die eine weitere Ausbreitung der Art in Deutschland begünstigen kann
Östliche Smaragdeidechse	<i>Lacerta viridis</i>	n	keine besondere Verantwortung	
Würfelnatter	<i>Natrix tessellata</i>	n	Verringerung	weiteres Ausbreiten der Art
Äskulapnatter	<i>Zamenis longissimus</i>	g	Verringerung	projizierte Nordverschiebung des Areals nach Deutschland
Grüne Mosaikjungfer	<i>Aeshna viridis</i>	n	Erhöhung	ergibt sich aus prognostizierter Veränderung des Areals, Verluste in anderen Ländern stärker
Helm-Azurjungfer	<i>Coenagrion mercuriale</i>	g	stabile Verantwortlichkeit	für die mitteleuropäischen Vorkommen, potenzieller Arealerweiterungen nach Norden
Vogel-Azurjungfer	<i>Coenagrion ornatum</i>	s	keine Verantwortung mehr	bei Verlust des Vorkommens, aber bis dahin Verantwortung Gebiet zu erhalten.
Asiatische Keiljungfer	<i>Gomphus flavipes</i>	g	Erhöhung	mögliche Verluste in D, verstärkt Verantwortung zur Erhaltung der westlichen Verbreitungsgrenze
Östliche Moosjungfer	<i>Leucorrhinia albifrons</i>	n	Verringerung	ergibt sich aus projizierter Veränderung
Zierliche Moosjungfer	<i>Leucorrhinia caudalis</i>	s	stabile hohe Verantwortlichkeit	
Große Moosjungfer	<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	g	Erhöhung	projizierte Verluste in Deutschland
Grüne Keiljungfer	<i>Ophiogomphus cecilia</i>	g	stabile hohe Verantwortlichkeit	klimatisch geeignete Flächen auch zukünftig noch in D
Sibirische Winterlibelle	<i>Sympecma paedisca</i>	s	stabile hohe Verantwortlichkeit	potenzielle Verluste in der Verbreitung dieser Art
Grubenlaufkäfer	<i>Carabus variolosus</i>		stabile hohe Verantwortlichkeit	Vorkommen in Deutschland wenig von den Klimaveränderungen betroffen
Nordfledermaus	<i>Eptesicus nilssonii</i>	?	Erhöhung	Verluste in den Mittelgebirgslagen Deutschlands
Alpenfledermaus	<i>Hypsugo savii</i>	n	Erhöhung	projizierte Ausbreitung

Artnome_DE	Artnome_Lat	EHZ -BW	Schutzverantwortung für D	Schutzverantwortung Begründung
Langflügelfledermaus	<i>Miniopterus schreibersii</i>	n	Erhöhung	
Bechsteinfledermaus	<i>Myotis bechsteinii</i>	u	stabile hohe Verantwortlichkeit	
Wimperfledermaus	<i>Myotis emarginatus</i>	u	Erhöhung	wenn die projizierten Verluste im Süden eintreffen
Großes Mausohr	<i>Myotis myotis</i>	g	stabile hohe Verantwortlichkeit	
Weißrandfledermaus	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	g	Erhöhung	wenn projizierte Ausbreitung eintrifft
Große Hufeisennase	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	s	Erhöhung	wenn projizierte Ausbreitung eintrifft
Kleine Hufeisennase	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	n	Erhöhung	wenn sie sich in dem projizierten Maße nach Norden ausbreitet
Wald-Wiesenvögelchen	<i>Coenonympha hero</i>	s	keine Verantwortung mehr	wenn Bestand erlöscht, wenn nicht erhöhte Verantwortlichkeit für Bestand
Hecken-Wollfalter	<i>Eriogaster catax</i>	n	Erhöhung	Ausbreitung nach Norden
Goldener Scheckenfalter	<i>Euphydryas aurinia</i>	s	Erhöhung	potenziell geeignete Flächen entstehen
Haarstrangwurzeleule	<i>Gortyna borellii</i> sp. lunata	g	stabile hohe Verantwortlichkeit	
Gelbringfalter	<i>Lopinga achine</i>	s	stabile hohe Verantwortlichkeit	
Großer Feuerfalter	<i>Lycaena dispar</i>	g	Erhöhung	westliche Verbreitungsgrenze würde durch Deutschland verlaufen
Blauschillernder Feuerfalter	<i>Lycaena helle</i>	g	stabile hohe Verantwortlichkeit	
Quendel-Ameisenbläuling	<i>Maculinea arion</i>	g	stabile hohe Verantwortlichkeit	
Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling	<i>Maculinea nausithous</i>	g	stabile hohe Verantwortlichkeit	
Heller Wiesenknopf-Ameisenbläuling	<i>Maculinea teleius</i>	g	stabile hohe Verantwortlichkeit	projizierte massiven Verluste
Apollofalter	<i>Parnassius apollo</i>	s	stabile hohe Verantwortlichkeit	wenige projizierte Veränderungen
Schwarzer Apollo	<i>Parnassius mnemosyne</i>	s	stabile hohe Verantwortlichkeit	da für Deutschland neue potenziell geeignete Flächen projiziert werden
Geburtshelferkröte	<i>Alytes obstetricans</i>	u	Erhöhung	projizierte Verluste und damit potenzielle Verschiebung des Hauptareals
Rotbauchunke	<i>Bombina bombina</i>	n	Erhöhung	durch die projizierte Veränderung ist v. a. die westliche Verbreitungsgrenze betroffen
Gelbbauchunke	<i>Bombina variegata</i>	u	stabile hohe Verantwortlichkeit	
Kreuzkröte	<i>Bufo calamita</i>	u	Erhöhung	wenn zukünftig die östliche Verbreitungsgrenze durch Deutschland verlief
Wechselkröte	<i>Bufo viridis</i>	u	keine besondere Verantwortung	
Europäischer Laubfrosch	<i>Hyla arborea</i>	u	Erhöhung	Verschiebung des Hauptareals nach Mitteleuropa
Mittelmeer-Laubfrosch	<i>Hyla meridionalis</i>	n	keine besondere Verantwortung	keine Vorkommen in D
Knoblauchkröte	<i>Pelobates fuscus</i>	s	Erhöhung	westlichen Verbreitungsgrenze in D
Moorfrosch	<i>Rana arvalis</i>	s	Erhöhung	

Artnamen_DE	Artnamen_Lat	EHZ -BW	Schutzverantwortung für D	Schutzverantwortung Begründung
Springfrosch	<i>Rana dalmatina</i>	g	Veringerung	sollte sich die Art nach Norden ausbreiten
Teichfrosch	<i>Rana kl. esculenta</i>	g	stabile hohe Verantwortlichkeit	
Kleiner Wasserfrosch	<i>Rana lessonae</i>	?	Erhöhung	aufgrund der projizierten Verluste
Seefrosch	<i>Rana ridibunda</i>	g	Erhöhung	sollten Vorkommen im Süden in dem projizierten Maße reduziert werden
Grasfrosch	<i>Rana temporaria</i>	g	Erhöhung	größtes europäische Vorkommen in D
Alpensalamander	<i>Salamandra atra</i>	g	keine besondere Verantwortlichkeit	
Nördlicher Kammmolch	<i>Triturus cristatus</i>	u	stabile hohe Verantwortlichkeit	da ein großer Teil des europäischen Hauptvorkommens in D liegen dürfte

Tabelle 28: Projizierte Verbreitungsänderungen und Verantwortlichkeit Deutschlands und Baden-Württembergs für FFH-Lebensraumtypen

Erhaltungszustände für FFH- Lebensraumtypen liegen aus dem Jahr 2006 vor. Eine Neueinstufung der Erhaltungszustände ist für Frühjahr 2013 geplant. Daher werden hier keine EHZ angeben.

FFH-Code	FFH-Lebensraumtyp	Schutzverantwortung für D	Schutzverantwortung Begründung
4010	Feuchte Heidegebiete des nordatlantischen Raumes mit <i>Erica tetralix</i>	Erhöhung	Für Deutschland werden zusätzlich geeignete Flächen bis 2065 projiziert. Bis auf wenige Ausnahmen verbleiben die bestehenden Flächen in Deutschland im geeigneten Umweltraum. Aufgrund der projizierten Veränderung der Verbreitung könnte sich der Schwerpunkt des geeigneten Umweltraumes weiter nach Osten verlagern. Für Deutschland könnte sich eine neue Schutzverantwortung ergeben.
*4020	Feuchte Heiden des gemäßigt atlantischen Raumes mit <i>Erica ciliaris</i> und <i>Erica tetralix</i>	neu für D	Für Deutschland werden wenige geeignete Flächen bis 2065 projiziert, d. h. dieser prioritäre Lebensraumtyp könnte zukünftig auch in Deutschland vorkommen. Aufgrund der projizierten Verbreitungsänderung könnte sich der Schwerpunkt der Verbreitung nach Osten verlagern.
40A0	Subkontinentale peripannonische Gebüsche	stabil	Für Deutschland werden weitere geeignete Flächen bis 2065 projiziert, d. h. neue Flächen könnten sich zukünftig für diesen Lebensraumtyp eignen. Aufgrund der modellierten Verbreitungsänderung könnten sich einige bestehende Flächen in Deutschland zukünftig außerhalb ihres idealen Umweltraumes befinden.
5110	Stabile xerothermophile Formation von <i>Buxus sempervirens</i> an Felsabhängen (<i>Berberidion</i> p.p.)	Erhöhung	Für Deutschland werden geeignete Flächen bis 2065 projiziert, d. h. neue Flächen könnten sich zukünftig für die Ausprägung dieses Lebensraumtypen eignen. Deutschland könnte somit deutlich mehr Verantwortung bzgl. dieses Lebensraumtypen erhalten.
5130	<i>Juniperus communis</i> -Formationen auf Zwergstrauchheiden oder Kalktrockenrasen	stabil	Für Deutschland werden zusätzlich geeignete Flächen bis 2065 projiziert. Bis auf wenige Ausnahmen bleiben die bestehenden Flächen im geeigneten Umweltraum. Für

FFH-Code	FFH-Lebensraumtyp	Schutzverantwortung für D	Schutzverantwortung Begründung
			Deutschland dürfte sich nichts an der Schutzverantwortung ändern.
5210	Baumförmige Matorrals mit Juniperus	keine	Keine Ausdehnung nach D.
5330	Thermo-mediterrane Gebüschformationen und Vorsteppen	keine	Keine Ausdehnung nach D.
6120	Trockene, kalkreiche Sandrasen	stabil	Für Deutschland wird ein Verlust von bestehendem und geeignetem Umweltraum bis 2065 projiziert (im Süden). Einige Zugewinne im Umweltraum in Norddeutschland sind zu verzeichnen.
6150	Boreo-alpines Grasland auf Silikatsubstraten	ggf. Verringerung	Für Deutschland wird ein Verlust von bestehendem und geeignetem Umweltraum bis 2065 projiziert.
(*6210	Trespen-Schwingel Kalk-Trockenrasen - Festuco-Brometalia (*Bestände mit bemerkenswerten Orchideen)	stabil	Für Deutschland werden Verluste von bestehendem Umweltraum bis 2065 projiziert. Einige mögliche Zugewinne im Umweltraum in Norddeutschland sind zu verzeichnen.
*6220	Mediterrane Trockenrasen der Thero-Brachypodietea	keine	Für Deutschland ist für diesen Lebensraumtyp keine Relevanz zu erwarten; keine Verlagerung des Verbreitungsgebiets nach D.
*6230	Artenreiche montane Borstgrasrasen (und submontan auf dem europäischen Festland) auf Silikatböden	stabil	Für Deutschland werden kaum Veränderungen des bestehenden Umweltraums bis 2065 projiziert.
*6240	Subpannonische Steppen-Trockenrasen	stabil	Für Deutschland werden wenige Veränderungen des bestehenden Umweltraums bis 2065 projiziert. Die aktuellen Schwerpunkte des LRT in Deutschland bleiben im geeigneten Umweltraum.
6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonig-schluffigen Böden (Molinion caeruleae)	stabil	Für Deutschland werden wenige Veränderungen des bestehenden Umweltraums bis 2065 projiziert. Vor allem im Nordosten könnte es dabei zu Veränderungen kommen (d. h. Verluste in Mecklenburg-Vorpommern).
6510	Magere Flachland-Mähwiesen (Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis)	stabil	Für Deutschland werden wenige Veränderungen des bestehenden Umweltraums bis 2065 projiziert. Im Nordosten könnte es dabei zu Verlusten kommen.
6520	Berg-Mähwiesen	vermutlich Erhöhung	Für Deutschland werden massive Veränderungen des bestehenden Umweltraums bis 2065 projiziert. Besonders in den Mittelgebirgen werden Verluste projiziert, aber auch in den Alpen. Auch in weiteren Teilen von Europa werden starke Verluste errechnet. Falls der LRT in Deutschland verbleibt, stellen diese Flächen isolierte Vorposten dar, für die sich die Schutzverantwortung erhöht.
7110 7120	Naturnahe lebende Hochmoore und Geschädigte Hochmoore	unklar	Für Deutschland werden vor allem Verluste für Norddeutschland projiziert, jedoch auch Zugewinne im Mittelgebirgsraum. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Ensemble-Modellierung die aktuellen ostdeutschen und polnischen Vorkommen nicht gut ins Modell integrieren konnte.
7140	Übergangs- und Schwinggrasmoore	unklar	Für Deutschland werden Verluste, aber auch Gewinne des bestehenden Umweltraums bis 2065 projiziert. Aber auch hier ist, wie bei den Hochmooren, anzumerken, dass das Modell die aktuellen Vorkommen besonders im Osten Deutschlands und in Polen nicht integriert, das Modell somit auch nicht optimal in die Zukunft projizieren kann.

FFH-Code	FFH-Lebensraumtyp	Schutzverantwortung für D	Schutzverantwortung Begründung
7150	Senken mit Torfmoorsubstraten (Rhynchosporion)	Erhöhung	Für Deutschland werden vor allem Gewinne des Umweltraums bis 2065 projiziert. Das Modell errechnet große Verluste des geeigneten Umweltraums in Frankreich und Spanien. Daher erhöht sich für D die Verantwortung (wird zu Verbreitungsschwerpunkt).
*7210	Kalkreiche Sümpfe mit <i>Cladium mariscus</i> und Arten von <i>Caricion davallianae</i>	Erhöhung	Für Deutschland werden vor allem Gewinne des Umweltraums bis 2065 projiziert. Das Modell projiziert eine relativ große Fläche im Vergleich zum tatsächlichen Vorkommen des LRT sowie große Verluste des geeigneten Umweltraums in Frankreich und Spanien. Daher erhöht sich für Deutschland die Verantwortung (wird zu Verbreitungsschwerpunkt).
*7230	Kalkreiche Niedermoore	Erhöhung	Für Deutschland werden vor allem Gewinne des Umweltraums bis 2065 projiziert. Verluste des geeigneten Umweltraums sind in Frankreich und Spanien projiziert. Daher erhöht sich für Deutschland die Verantwortung (wird zu Verbreitungsschwerpunkt).
*7240	Alpine Pionierformationen des <i>Caricion bicoloris-atrofuscae</i>	unklar oder Verringerung	Für Deutschland werden Verluste für jene Flächen projiziert, wo der LRT heute vorkommt. Die modellierten Zugewinne für diesen alpinen LRT in deutlich tieferen Regionen sind eher als Fehler des Modells anzusehen.
9110	Hainsimsen-Buchenwald (<i>Luzulo-Fagetum</i>)	stabil	Für Deutschland werden so gut wie keine Veränderungen projiziert. Einige Verluste des geeigneten Umweltraumes sind in Norddeutschland zu verzeichnen.
9120	Atlantischer, saurer Buchenwald mit Unterholz aus Stechpalme und gelegentlich Eibe (<i>Quercion robur-petraeae</i> oder <i>Ilici-Fagenion</i>)	neu	Die Verluste im Umweltraum mit tatsächlichem heutigem Vorkommen liegen vor allem in Frankreich und Spanien. Für Deutschland werden größere Flächen mit potenziell geeignetem Umweltraum errechnet. (v. a. Bundesländer BW, HE, RP, NRW).
9130	Waldmeister-Buchenwald (<i>Asperulo-Fagetum</i>)	stabil	Für Deutschland werden kaum Änderungen im Umweltraum errechnet. Große Verluste des Umweltraumes wurden für Frankreich und das südliche Großbritannien errechnet. Größere Zugewinne im geeigneten Umweltraum wurden für das östliche Europa projiziert.
9140	Mitteleuropäischer subalpiner Buchenwald mit Ahorn und <i>Rumex arifolius</i>	stabil	Für Deutschland werden kaum Änderungen im Umweltraum errechnet. Große Verluste des Umweltraumes werden besonders für Frankreich errechnet. Zugewinne im geeigneten Umweltraum gibt es kaum, nur an den nördlichen Grenzen der projizierten Verbreitung.
9150	Orchideen-Buchenwald (<i>Cephalanthero-Fagion</i>)	stabil	Große Verluste des Umweltraumes werden besonders für die mediterrane Region (Frankreich, Spanien und Italien) errechnet. Die errechneten Zugewinne im geeigneten Umweltraum werden in Richtung Nordosten nach Polen und in Richtung Baltikum projiziert. Für Deutschland werden kaum Änderungen im Umweltraum errechnet, tendenzielle Zugewinne sind möglich.
9160	Subatlantischer oder mitteleuropäischer Stieleichenwald oder Eichen-Hainbuchenwald (<i>Carpinion betuli</i>)	ggf. Erhöhung	Große Verluste des Umweltraumes werden besonders für Frankreich errechnet. Die Zugewinne im geeigneten Umweltraum werden in Richtung Osten projiziert. Für Deutschland werden besonders im Südwesten und Süden Verluste in der Eignung des

FFH-Code	FFH-Lebensraumtyp	Schutzverantwortung für D	Schutzverantwortung Begründung
			Umweltraumes errechnet, Zugewinne sind nicht vorhanden. Deutschland liegt vermutlich künftig am westlichen Arealrand der LRT-Verbreitung, ggf. daher erhöhte Verantwortung (isolierte Vorposten des Areals).
9170	Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald (<i>Galio-Carpinetum</i>)	ggf. Erhöhung	Für Deutschland werden besonders im Westen und in Mitteldeutschland Verluste des Umweltraumes errechnet. Zugewinne sind nicht vorhanden. Deutschland liegt vermutlich künftig am westlichen Arealrand der LRT-Verbreitung, ggf. daher erhöhte Verantwortung (isolierte Vorposten des Areals).
*9180	Schlucht- und Hangmischwälder (<i>Tilio-Acerion</i>)	stabil	Besonders starke Verluste im geeigneten Umweltraum werden für Frankreich projiziert. Für Deutschland werden nur wenige Veränderungen des Umweltraumes errechnet. Die Zugewinne im geeigneten Umweltraum werden in Richtung Nordosten Europas projiziert.
9190	Alte bodensaure Eichenwälder mit <i>Quercus robur</i> auf Sandebene	stabil	Das Modell zeigt Verluste im geeigneten Umweltraum für Frankreich auf. In Deutschland gibt es nur theoretische Zugewinne des Umweltraumes.
91B0	Thermophile Eschenwälder mit <i>Fraxinus angustifolia</i>	neu	Potenziell könnte es geeignete Umwelträume besonders in Ostdeutschland geben. In West-, Mittel- und Osteuropa sind weitere Zugewinne von geeignetem Umweltraum projiziert.
91D0	Moorwälder	stabil	Das Modell zeigt in vielen Teilen Europas kleinräumige Verluste im geeigneten Umweltraum. In Deutschland gibt es nur theoretische minimale Zugewinne des Umweltraumes.
91G0	Pannonische Wälder mit <i>Quercus petraea</i> und <i>Carpinus betulus</i>	ggf. Verlust; keine Verantwortung mehr	Für Deutschland werden große Verluste im Umweltraum berechnet. Auch im restlichen Verbreitungsgebiet werden größere Verluste projiziert.
9260	Eichenwälder mit <i>Castanea sativa</i>	neu; bislang nicht in D	Nicht nur für Deutschland werden massive Flächenzugewinne im geeigneten Umweltraum projiziert. Besonders in Frankreich könnte es zu einem größeren Gewinn an Fläche kommen. In D: v. a. Baden-Württemberg und Bayern: neue geeignete Umwelträume.
9340	Wälder mit <i>Quercus ilex</i> und <i>Quercus rotundifolia</i>	keine; keine Ausbreitung nach D	Eine Relevanz für Deutschland ist nicht zu erwarten.
9410	Montane bis alpine bodensaure Fichtenwälder - <i>Vaccinio-Piceetea</i>	stabil	Für Deutschland sind wenige Veränderungen berechnet (Verluste in RP, NRW; jedoch stabil im Süden Deutschlands).

6.1.1.3 Biotoptypen der Roten Liste Biotope Baden-Württembergs

Die Biotoptypen der Roten Liste Biotope Baden-Württembergs (Breunig 2002, Langfassung LUBW 2002) wurden auf der Grundlage von Petermann et al. (2007) und der Biotoptypen-Beschreibungen (Langfassung LUBW 2002, LUBW 2004-Arten, Biotope, Landschaft) in ihrer Sensitivität gegenüber Klimawandel eingestuft. Ausgangspunkt waren die Zuordnungen der Biotoptypen zu den FFH-Lebensraumtypen gemäß LUBW (2004): dadurch wurden zunächst die RL-Biotope mit Entsprechungen bei den FFH-Lebensraumtypen eingestuft, dann davon ausgehend die übrigen Biotoptypen.

Das dreistufige Bewertungssystem der Sensitivitätseinschätzung von Petermann et al. (2007) wurden hierbei übernommen. Zwei Zwischenstufen (gering-mittel und mittel-hoch) wurden eingeführt, so dass sich eine fünfstufige Skalierung ergab.

Bei Petermann et al. (2007) wurde die Sensitivität von Biotoptypen stets in drei Stufen eingeteilt. Hierbei erhalten auch Biotoptypen, von denen man eine Begünstigung durch den Klimawandel annehmen könnte wie z. B. Eichen- oder Hainbuchen-Eichenwald trockenwarmer Standorte, die Sensitivitätsstufe „gering“. Dieser Biotoptyp wäre jedoch, falls eine vermutete Begünstigung durch den Klimawandel tatsächlich eintritt, als positiv sensitiv anzusehen und demnach nicht vulnerabel.

Die folgende Tabelle stellt die Datenbasis für die Auswertungen in 3.2, z. B. Tabelle 12, dar.

Tabelle 29: Sensitivität der Biotoptypen der Roten Liste Biotope Baden-Württembergs

Sensitivität: 1: gering, 2: mittel; 3: hoch, analog Petermann et al. (2007)

RL_Biotope: ja: Einstufung erfolgt; nein: keine Beurteilung (da übergeordneter Typ)

Code	Biotoptyp	Sensitivität	RL_Biotope BW
11.00	Quellen	2	nein
11.10	Naturnahe Quelle	3	nein
11.11	Sickerquelle	3	ja
11.12	Sturz- oder Fließquelle	3	ja
11.13	Tümpelquelle	3	ja
11.14	Karstquelltopf	3	ja
11.15	Gießen	3	ja
11.20	Naturferne Quelle	2	ja
12.00	Fließgewässer	3	nein
12.10	Naturnaher Bachabschnitt	3	nein
12.11	Naturnaher Abschnitt eines Mittelgebirgsbachs	3	ja
12.12	Naturnaher Abschnitt eines Flachlandbachs	3	ja
12.20	Ausgebauter Bachabschnitt	1	nein
12.21	Mäßig ausgebauter Bachabschnitt	2	ja
12.22	Stark ausgebauter Bachabschnitt	1	ja
12.30	Naturnaher Flussabschnitt	3	ja
12.40	Ausgebauter Flussabschnitt	2	nein
12.41	Mäßig ausgebauter Flussabschnitt	2	ja
12.42	Stark ausgebauter Flussabschnitt	1	ja

Code	Biotoptyp	Sensitivität	RL_Biotop BW
12.50	Kanal	1	nein
12.51	Schiffahrtskanal	1	ja
12.52	Mühlkanal	1	ja
12.53	Hochwasserentlastungskanal	1	ja
12.54	Abwasserkanal	1	ja
12.55	Kraftwerkskanal	1	ja
12.60	Graben	1	nein
12.61	Entwässerungsgraben	1	ja
12.62	Bewässerungsgraben	1	ja
12.63	Trockengraben	1	ja
13.00	Stillgewässer	2,5	nein
13.10	Stillgewässer im Moorbereich	2	nein
13.11	Natürliches Stillgewässer im Moor	3	ja
13.12	Anthropogenes Stillgewässer im Moor	3	ja
13.20	Tümpel oder Hüle	3	nein
13.21	Tümpel	3	ja
13.22	Hüle	3	ja
13.30	Altarm oder Altwasser	2,5	nein
13.31	Altarm	2,5	ja
13.32	Altwasser	3	ja
13.40	Naturnahe Flachwasserzone und Uferbereich des Bodensees	3	nein
13.41	Naturnaher Uferbereich des Bodensees	3	ja
13.42	Naturnahe Flachwasserzone des Bodensees	3	ja
13.50	Verlandungsbereich an sonstigen Stillgewässern	3	ja
13.60	Offene Wasserfläche eines Sees	2	nein
13.61	Offene Wasserfläche eines natürlichen Sees	2	ja
13.62	Offene Wasserfläche eines Stausees	1	ja
13.63	Offene Wasserfläche eines Baggersees oder Steinbruchsees	1	ja
13.70	Offene Wasserfläche eines Weihers oder Teiches	1,5	nein
13.71	Offene Wasserfläche eines Weihers	2	ja
13.72	Offene Wasserfläche eines Teiches	1	ja
13.73	Offene Wasserfläche eines Klärteiches oder Absetzteiches	1	ja
13.80	Naturfernes Kleingewässer	3	ja
13.81	Offene Wasserfläche eines naturnahen Sees, Weihers oder Teichs	3	nein
13.82	Verlandungsbereich eines naturnahen Sees, Weihers oder Teichs	3	nein
13.91	Naturferner Bereich eines Sees, Weihers, Teichs	1	nein
21.00	Offene Felsbildungen, Steilwände, Block- und Geröllhalden, Abbauflächen und Aufschüttungen	2	nein
21.10	Offene Felsbildung	2	nein
21.11	Natürliche offene Felsbildung (einschließlich Felsbänder)	2	ja
21.12	Anthropogen freigelegte Felsbildung (Steinbrüche, Felsanschnitte)	1,5	ja
21.20	Steilwand aus Lockergestein	1	nein
21.21	Lösswand (einschließlich Steilwand aus Lehm oder Ton)	1	ja
21.22	Sandsteilwand	1	ja

Code	Biotoptyp	Sensitivität	RL_Biotop BW
21.30	Offene natürliche Gesteinshalde	2	nein
21.31	Mergel- oder Feinschutthalde	2	ja
21.32	Geröll- oder Blockhalde	2	ja
21.40	Anthropogene Gesteins- oder Erdhalde	1	nein
21.41	Anthropogene Gesteinshalde	1	ja
21.42	Anthropogene Erdhalde, lehmige oder tonige Aufschüttung	1	ja
21.50	Kiesige oder sandige Abbaufäche	1	nein
21.51	Kiesfläche	1	ja
21.52	Sandfläche	1	ja
21.60	Rohbodenfläche, lehmige oder tonige Abbaufäche	1	ja
22.00	Geomorphologische Sonderformen	1	nein
22.10	Höhle oder Stollen	1	nein
22.11	Höhle	1	ja
22.12	Stollen	1	ja
22.20	Doline	2	ja
22.30	Offene Binnendüne	1	ja
22.40	Kar	1	ja
22.50	Toteisloch	1	ja
22.60	Schlucht, Tobel oder Klinge	1	nein
22.61	Schlucht/Tobel	1	ja
22.62	Klinge	1	ja
23.00	Morphologische Sonderformen anthropogenen Ursprungs	1	nein
23.10	Hohlweg	1	ja
23.20	Steinriegel	1	ja
23.30	Lesesteinhaufen	1	ja
23.40	Trockenmauer	1	ja
23.50	Verfugte Mauer oder Treppe	1	nein
23.51	Verfugte Mauer	1	ja
23.52	Treppe	1	ja
31.00	Hoch- und Übergangsmoore	3	nein
31.10	Hochmoor	3	nein
31.11	Natürliches Hochmoor	3	ja
31.12	Naturferner Hochmoorbereich (offener Abtorfungsbereich)	2	ja
31.20	Natürliches Übergangs- oder Zwischenmoor	2	ja
31.30	Regenerations- und Heidestadien von Hoch-, Zwischen- oder Übergangsmoor	2	nein
31.31	Moor-Regenerationsfläche	2	ja
31.32	Heidestadium eines Moors	3	ja
32.00	Waldfreie Niedermoore und Sümpfe	3	nein
32.10	Kleinseggen-Ried basenarmer Standorte	3	ja
32.11	Braunseggen-Ried	3	nein
32.20	Kleinseggen-Ried basenreicher Standorte	3	nein
32.21	Kopfbinsen-Ried	3	ja
32.22	Davallseggen-Ried	3	ja
32.30	Waldfreier Sumpf	3	nein

Code	Biotoptyp	Sensitivität	RL_Biotop BW
32.31	Waldsimen-Sumpf	3	ja
32.32	Schachtelhalm-Sumpf	3	ja
32.33	Sonstiger waldfreier Sumpf	3	ja
33.00	Wiesen und Weiden	2	nein
33.10	Pfeifengras-Streuwiese (einschließlich Brachestadium)	2	ja
33.20	Nasswiese	2	nein
33.21	Nasswiese basenreicher Standorte der Tieflagen	2	ja
33.22	Nasswiese basenreicher Standorte der montanen Lagen	2	ja
33.23	Nasswiese basenarmer Standorte	2	ja
33.24	Nasswiese mit Molinion-Arten im weiteren Sinne	2	nein
33.30	Flutrasen	2	ja
33.40	Wirtschaftswiese mittlerer Standorte	1,5	nein
33.41	Fettwiese mittlerer Standorte	1	ja
33.43	Magerwiese mittlerer Standorte	2	ja
33.44	Montane Wirtschaftswiese mittlerer Standorte	3	ja
33.50	Weide mittlerer Standorte	1,5	nein
33.51	Magerweide mittlerer Standorte	2	ja
33.52	Fettweide mittlerer Standorte	1	ja
33.60	Intensivgrünland oder Grünlandansaat	1	nein
33.61	Intensivwiese als Dauergrünland	1	ja
33.62	Rotationsgrünland oder Grünlandansaat	1	ja
33.63	Intensivweide	1	ja
33.70	Trittpflanzenbestand	1	ja
33.71	Trittrrasen	1	ja
33.72	Lückiger Trittpflanzenbestand	1	ja
33.80	Zierrasen	1	ja
34.00	Tauch- und Schwimmblattvegetation, Quellfluren, Röhrichte und Großseggen-Riede	3	nein
34.10	Tauch- oder Schwimmblattvegetation	3	nein
34.11	Tauch- oder Schwimmblattvegetation der Fließgewässer	3	ja
34.12	Tauch- oder Schwimmblattvegetation der Stillgewässer	3	ja
34.20	Vegetation einer Kies-, Sand- oder Schlammbank	3	nein
34.21	Vegetation einer Kies- oder Sandbank	3	ja
34.22	Vegetation einer Schlammbank oder eines Teichbodens	3	ja
34.30	Quellflur	3	nein
34.31	Quellflur kalkarmer Standorte	3	ja
34.32	Quellflur kalkreicher Standorte	3	ja
34.40	Kleinröhricht	2,5	ja
34.50	Röhricht	2	nein
34.51	Ufer-Schilfröhricht	3	ja
34.52	Land-Schilfröhricht	1,5	ja
34.53	Rohrkolben-Röhricht	2,5	ja
34.54	Teichsimen-Röhricht	2,5	ja
34.55	Röhricht des Großen Wasserschwadens	2	ja
34.56	Rohrglanzgras-Röhricht	2,5	ja

Code	Biotoptyp	Sensitivität	RL_Biotop BW
34.57	Schneiden-Ried	2	ja
34.58	Teichschachtelhalm-Röhricht	2,5	ja
34.59	Sonstiges Röhricht	3	ja
34.60	Großseggen-Ried	3	nein
34.61	Steifseggen-Ried	3	ja
34.62	Sumpfseggen-Ried	3	ja
34.63	Schlankseggen-Ried	3	ja
34.64	Wunderseggen-Ried	3	ja
34.65	Schnabelseggen-Ried	3	ja
34.66	Blasenseggen-Ried	3	ja
34.67	Rispenseggen-Ried	3	ja
34.68	Kammseggen-Ried	3	ja
34.69	Sonstiges Großseggen-Ried	3	ja
35.00	Saumvegetation, Dominanzbestände, Hochstauden- und Schlagfluren, Ruderalvegetation	1	nein
35.10	Saumvegetation mittlerer Standorte	1	nein
35.11	Nitrophytische Saumvegetation	1	ja
35.12	Mesophytische Saumvegetation	1	ja
35.20	Saumvegetation trockenwarmer Standorte	1	ja
35.30	Dominanzbestand	1	nein
35.31	Brennnessel-Bestand	1	ja
35.32	Goldruten-Bestand	1	ja
35.33	Mädesüß-Bestand	1	ja
35.34	Adlerfarn-Bestand	1	ja
35.35	Landreitgras-Bestand	1	ja
35.36	Staudenknöterich-Bestand	1	ja
35.37	Topinambur-Bestand	1	ja
35.38	Bestand des Drüsigen Springkrauts	1	ja
35.39	Sonstiger Dominanzbestand	1	ja
35.40	Hochstaudenflur	2	nein
35.41	Hochstaudenflur quelliger, sumpfiger oder mooriger Standorte	2	ja
35.42	Gewässerbegleitende Hochstaudenflur	2	ja
35.44	Sonstige Hochstaudenflur	1	ja
35.50	Schlagflur	1	ja
35.60	Ruderalvegetation	1	nein
35.61	Annuelle Ruderalvegetation	1	ja
35.62	Ausdauernde Ruderalvegetation trockenwarmer Standorte	1	ja
35.63	Ausdauernde Ruderalvegetation frischer bis feuchter Standorte	1,5	ja
35.64	Grasreiche ausdauernde Ruderalvegetation	1	ja
36.00	Heiden, Mager-, Sand- und Trockenrasen	2	nein
36.10	Feuchtheide	2	ja
36.20	Zwergstrauch- und Ginsterheide	1	ja
36.30	Wacholderheide	1	ja
36.40	Magerrasen bodensaurer Standorte	2	nein

Code	Biotoptyp	Sensitivität	RL_Biotop BW
36.41	Borstgrasrasen	2	ja
36.42	Flügelginsterweide	2	ja
36.43	Besenginsterweide	2	ja
36.50	Magerrasen basenreicher Standorte	3	ja
36.60	Sandrasen	2	nein
36.61	Sandrasen kalkhaltiger Standorte	2	ja
36.62	Sandrasen kalkfreier Standorte	2	ja
36.70	Trockenrasen	2	ja
37.00	Äcker, Sonderkulturen und Feldgärten	1	nein
37.10	Acker	1	nein
37.11	Acker mit fragmentarischer Unkrautvegetation	1	ja
37.12	Acker mit Unkrautvegetation basenreicher Standorte	1	ja
37.13	Acker mit Unkrautvegetation basenarmer Standorte	1	ja
37.20	Mehrjährige Sonderkultur	1	nein
37.21	Obstplantage	1	ja
37.22	Hopfengarten	1	ja
37.23	Weinberg	1	ja
37.24	Spargelfeld	1	ja
37.25	Beerstrauchkultur	1	ja
37.26	Erdbeerfeld	1	ja
37.27	Baumschule oder Weihnachtsbaumkultur	1	ja
37.28	Staudengärtnerei	1	ja
37.29	Sonstige Sonderkultur	1	ja
37.30	Feldgarten (Grabeland)	1	ja
41.00	Feldgehölze und Feldhecken	1	nein
41.10	Feldgehölz	1	ja
41.20	Feldhecke	1	nein
41.21	Feldhecke trockenwarmer Standorte	1	ja
41.22	Feldhecke mittlerer Standorte	1	ja
41.23	Schlehen-Feldhecke	1	ja
41.24	Hasel-Feldhecke	1	ja
41.25	Holunder-Feldhecke	1	ja
42.00	Gebüsche	2	nein
42.10	Gebüsch trockenwarmer Standorte	2	nein
42.11	Felsengebüsch	2	ja
42.12	Gebüsch trockenwarmer, basenreicher Standorte	2	ja
42.13	Gebüsch trockenwarmer, basenarmer Standorte	2	ja
42.14	Sanddorn-Gebüsch	2	ja
42.20	Gebüsch mittlerer Standorte	2	nein
42.21	Holunder-Gebüsch	1,5	ja
42.22	Schlehen-Gebüsch mittlerer Standorte	1,5	ja
42.23	Schlehen-Liguster-Gebüsch mittlerer Standorte	1,5	ja
42.24	Brombeer-Schlehen-Gebüsch mittlerer Standorte	1,5	ja
42.30	Gebüsch feuchter Standorte	2	nein

Code	Biotoptyp	Sensitivität	RL_Biotope BW
42.31	Grauweiden- oder Ohrweiden-Feuchtgebüsch	2	ja
42.32	Strauchbirken-Kriechweiden-Feuchtgebüsch	2	ja
42.40	Uferweiden-Gebüsch	3	ja
42.50	Gebüsch hochmontaner bis subalpiner Lagen	3	ja
43.00	Gestrüpp, Lianen- und Kletterpflanzenbestände	1	nein
43.10	Gestrüpp	1	nein
43.11	Brombeer-Gestrüpp	1	ja
43.12	Himbeer-Gestrüpp	1	ja
43.13	Kratzbeer-Gestrüpp	1	ja
43.14	Rosen-Gestrüpp (aus niedrigwüchsigen Arten)	1	ja
43.50	Lianen- oder Kletterpflanzenbestand	1	nein
43.51	Waldreben-Bestand	1	ja
43.52	Efeu-Bestand	1	ja
43.53	Bestand des Wilden Weins (<i>Parthenocissus species</i>)	1	ja
43.54	Bestand der Weinrebe (verwilderte Kultursippen)	1	ja
44.00	Naturraum- oder standortfremde Gebüsche und Hecken	1	nein
44.10	Naturraum- oder standortfremdes Gebüsch	1	nein
44.11	Gebüsch mit naturraum- oder standortuntypischer Artenzusammensetzung	1	ja
44.12	Gebüsch aus nicht heimischen Straucharten (Zierstrauchanpflanzung)	1	ja
44.20	Naturraum- oder standortfremde Hecke	1	nein
44.21	Hecke mit naturraum- oder standortuntypischer Artenzusammensetzung	1	ja
44.22	Hecke aus nicht heimischen Straucharten	1	ja
44.30	Heckenzaun	1	ja
45.00	Alleen, Baumreihen, Baumgruppen und Einzelbäume	1	nein
45.10	Allee oder Baumreihe	1	nein
45.11	Allee	1	ja
45.12	Baumreihe	1	ja
45.20	Baumgruppe	1	ja
45.30	Einzelbaum	1	ja
45.40	Streuobstbestand	2	ja
50.00	Wälder	2	nein
51.00	Moorwälder	3	nein
51.10	Rauschbeeren-Kiefern-Moorwald	3	nein
51.11	Bergkiefern-Moorwald	3	ja
51.12	Waldkiefern-Moorwald	3	ja
51.20	Rauschbeeren-Fichten-Moorwald	3	ja
51.30	nicht enthalten	3	nein
52.00	Bruch-, Sumpf- und Auwälder	2,5	nein
52.10	Bruchwald	3	nein
52.11	Schwarzerlen-Bruchwald	3	ja
52.12	Birken-Bruchwald	3	ja
52.20	Sumpfwald (Feuchtwald)	2	nein
52.21	Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Wald	3	ja
52.22	nicht enthalten	2	nein

Code	Biotoptyp	Sensitivität	RL_Biotop BW
52.23	Waldziest-Hainbuchen-Stieleichen-Wald	2	ja
52.30	Auwald der Bäche und kleinen Flüsse	3	nein
52.31	Hainmieren-Schwarzerlen-Auwald	3	ja
52.32	Schwarzerlen-Eschen-Wald	3	ja
52.33	Gewässerbegleitender Auwaldstreifen	3	ja
52.34	Grauerlen-Auwald	3	ja
52.40	Silberweiden-Auwald (Weichholz-Auwald)	3	ja
52.50	Stieleichen-Ulmen-Auwald (Hartholz-Auwald)	3	ja
53.00	Wälder trockenwarmer Standorte	1	nein
53.10	Eichen- oder Hainbuchen-Eichen-Wald trockenwarmer Standorte	1	nein
53.11	Steinsamen-Traubeneichen-Wald	1	ja
53.12	Leimkraut-Hainsimsen-Traubeneichen-Wald	1	ja
53.13	Waldlabkraut-Hainbuchen-Traubeneichen-Wald	1	ja
53.20	Buchen-Wald trockenwarmer Standorte	1	nein
53.21	Seggen-Buchen-Wald	1	ja
53.22	Heidelbeer-Buchen-Wald	1	ja
53.30	Seggen-Eichen-Linden-Wald	1	ja
53.40	Kiefern-Wald trockenwarmer Standorte	2	nein
53.41	Kiefern-Steppenheidewald	3	ja
53.42	Kiefern-Wald auf Flugsand	2	ja
53.43	Pfeifengras- oder Reitgras-Kiefern-Wald	2	ja
54.00	Schlucht-, Blockhalden- und Hangschuttwälder	3	nein
54.10	Schlucht- oder Blockwald frischer bis feuchter Standorte	3	nein
54.11	Ahorn-Eschen-Schluchtwald	3	ja
54.13	Ahorn-Eschen-Blockwald	3	ja
54.14	Drahtschmielen-Bergahorn-Blockwald	3	ja
54.20	Schlucht- oder Blockwald trockenwarmer Standorte	2	nein
54.21	Ahorn-Linden-Blockwald	2	ja
54.22	Traubeneichen-Linden-Blockwald	2	ja
54.30	Birken-Blockwald	2	ja
54.40	Fichten-Blockwald	3	ja
55.00	Buchenreiche Wälder mittlerer Standorte	2	nein
55.10	Buchen-Wald basenarmer Standorte	2	nein
55.12	Hainsimsen-Buchen-Wald	2	ja
55.20	Buchen-Wald basenreicher Standorte	2	nein
55.21	Waldgersten-Buchen-Wald	2	ja
55.22	Waldmeister-Buchen-Wald	2	ja
55.40	Hochstaudenreicher Ahorn-Buchen-Wald	2	ja
55.50	Traubeneichen-Buchen-Wald	2	ja
56.00	Eichen- und Hainbuchen-Eichen-Wälder mittlerer Standorte	2	nein
56.10	Hainbuchen-Wald mittlerer Standorte	2	nein
56.11	Hainbuchen-Traubeneichen-Wald	2	ja
56.12	Hainbuchen-Stieleichen-Wald	2	ja
56.20	Birken-Stieleichen-Wald mit Pfeifengras	2	ja

Code	Biotoptyp	Sensitivität	RL_Biotope BW
56.30	Hainsimsen-Traubeneichen-Wald	2	ja
56.40	Eichen-Sekundärwald	2	ja
57.00	Nadelwälder	3	nein
57.20	Geißelmoos-Fichten-Wald	3	ja
57.30	Tannen- oder Fichten-Tannen-Wald	3	nein
57.31	Labkraut-Tannen-Wald	3	ja
57.32	Beerstrauch-Tannen-Wald	3	ja
57.33	Beerstrauch-Tannen-Wald mit Kiefer	3	ja
57.34	Artenreicher Tannenmischwald	3	ja
57.35	Hainsimsen-Fichten-Tannen-Wald	3	ja
58.00	Sukzessionswälder	1	nein
58.10	Sukzessionswald aus Laubbäumen	1	nein
58.11	Sukzessionswald aus langlebigen Bäumen	1	ja
58.13	Sukzessionswald aus kurzlebigen Bäumen	1	ja
58.20	Sukzessionswald aus Laub- und Nadelbäumen	1	nein
58.21	Sukzessionswald mit überwiegendem Laubbaumanteil	1	ja
58.22	Sukzessionswald mit überwiegendem Nadelbaumanteil	1	ja
58.40	Sukzessionswald aus Nadelbäumen	1	nein
58.41	Waldkiefern-Sukzessionswald	1	ja
58.42	Fichten-Sukzessionswald	1	ja
58.43	Bergkiefern-Sukzessionswald	1	ja
59.00	Naturferne Waldbestände	1	nein
59.10	Laubbaum-Bestand	1	nein
59.11	Pappel-Bestand	1	ja
59.12	Erlen-Bestand	1	ja
59.13	Roteichen-Bestand	1	ja
59.14	Ahorn-Bestand	1	ja
59.15	Eschen-Bestand	1	ja
59.16	Edellaubholz-Bestand	1	ja
59.17	Robinien-Wald	1	ja
59.20	Mischbestand aus Laub- und Nadelbäumen	1	nein
59.21	Mischbestand mit überwiegendem Laubbaumanteil	1	ja
59.22	Mischbestand mit überwiegendem Nadelbaumanteil	1	ja
59.40	Nadelbaum-Bestand	1	nein
59.41	Lärchen-Bestand	1	ja
59.42	Waldkiefern-Bestand	1	ja
59.43	Schwarzkiefern-Bestand	1	ja
59.44	Fichten-Bestand	1	ja
59.45	Douglasien-Bestand	1	ja
59.46	Tannen-Bestand	1	ja
59.50	Parkwald	1	ja
60.00	Biotoptypen der Siedlungs- und Infrastrukturflächen	1	nein
60.10	Von Bauwerken bestandene Fläche	1	ja
60.20	Straße, Weg oder Platz	1	nein

Code	Biotoptyp	Sensitivität	RL_Biotop BW
60.21	Völlig versiegelte Straße oder Platz	1	ja
60.22	Gepflasterte Straße oder Platz	1	ja
60.23	Weg oder Platz mit wassergebundener Decke, Kies oder Schotter	1	ja
60.24	Unbefestigter Weg oder Platz	1	ja
60.25	Grasweg	1	ja
60.30	Gleisbereich	1	ja
60.40	Fläche mit Ver- oder Entsorgungsanlage	1	nein
60.41	Lagerplatz	1	ja
60.42	Müllplatz	1	ja
60.43	Spülfläche oder Absetzbecken (trockenliegend)	1	ja
60.50	Kleine Grünfläche	1	nein
60.51	Blumenbeet oder Rabatte	1	ja
60.52	Baumscheibe	1	ja
60.53	Bodendecker-Anpflanzung	1	ja
60.54	Dachgarten	1	ja
60.55	Bewachsenes Dach oder bewachsene Mauerkrone	1	ja
60.56	Grabpflanzung	1	ja
60.60	Garten	1	nein
60.61	Nutzgarten	1	ja
60.62	Ziergarten	1	ja
60.63	Mischtyp von Nutz- und Ziergarten	1	ja

6.1.1.4 Sensitivität von FFH-Lebensraumtypen

Von Petermann et al. (2007) liegt eine systematische Abschätzung der Empfindlichkeit aller FFH-Lebensraumtypen Deutschlands in Bezug auf den Klimawandel vor. Diese Einstufung wurde übernommen und für die FFH-LRT Baden-Württembergs aufbereitet. Die folgende Tabelle zeigt die Sensitivität aller FFH-LRT Baden-Württembergs. Die Auswertung findet sich in Kap. 3.2.1, Tabelle 12.

Tabelle 30: Sensitivität der FFH-Lebensraumtypen Baden-Württembergs gegenüber dem Klimawandel

Quelle für Sensitivitätseinstufung: Petermann et al. (2007)

Sensitivität FFH-LRT	FFH- LRT	FFH-Lebensraumtyp BW-Kurzname
1	2310	Binnendünen mit Heiden
1	5110	Buchsbaum-Gebüsche trockenwarmer Standorte
1	5130	Wacholderheiden
1	7150	Torfmoor-Schlenken
1	8110	Hochmontane Silikatschutthalden
1	8310	Höhlen und Balmen
1	9140	Subalpine Buchenwälder
1	9150	Orchideen Buchenwälder
1	9170	Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald

Sensitivität FFH-LRT	FFH- LRT	FFH-Lebensraumtyp BW-Kurzname
2	2330	Binnendünen mit Magerrasen
2	3150	Natürliche nährstoffreiche Seen
2	3270	Schlammige Flussufer mit Pioniervegetation
2	4030	Trockene Heiden
2	6150	Boreo-alpines Grasland
2	6410	Pfeifengraswiesen
2	6430	Feuchte Hochstaudenfluren
2	6440	Brenndoldenwiesen
2	6510	Magere Flachland-Mähwiesen
2	6520	Berg-Mähwiesen
2	8150	Silikatschutthalden
2	8210	Kalkfelsen mit Felsspaltenvegetation
2	8220	Silikatfelsen mit Felsspaltenvegetation
2	8230	Pionierrasen auf Silikatfelskuppen
2	9110	Hainsimsen-Buchenwald
2	9130	Waldmeister-Buchenwald
2	9160	Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald
2	9190	Bodensaure Eichenwälder auf Sandebenen
2	3180*	Temporäre Karstseen*
2	40A0*	Felsenkirschen-Gebüsche*
2	6110*	Kalk-Pionierrasen*
2	6120*	Blauschillergrasrasen (<i>Koelerion glaucae</i>)*
2	6230*	Artenreiche Borstgrasrasen*
2	7210*	Kalkreiche Sümpfe mit Schneidried*
2	8160*	Kalkschutthalden*
3	3110	Nährstoffarme Stillgewässer
3	3130	Nährstoffarme bis mäßig nährstoffreiche Stillgewässer
3	3140	Kalkreiche, nährstoffarme Stillgewässer mit Armleuchteralgen
3	3160	Dystrophe Seen
3	3240	Alpine Flüsse mit Lavendel-Weiden-Ufergehölzen
3	3260	Fließgewässer mit flutender Wasservegetation
3	7110*	Naturnahe Hochmoore*
3	7120	Geschädigte Hochmoore
3	7140	Übergangs- und Schwingrasenmoore
3	7220*	Kalktuffquellen*
3	7230	Kalkreiche Niedermoore
3	9410	Bodensaure Nadelwälder
3	6210*	Kalk-Magerrasen (orchideenreiche Bestände*)
3	6240*	Subpannonische Steppenrasen*
3	9180*	Schlucht- und Hangmischwälder*
3	91D0*	Moorwälder*
3	91E0*	Auenwälder mit Erle, Esche, Weide*
3	91F0	Hartholzauwälder
3	91U0	Steppen-Kiefernwälder

Quelle: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/44485/>, Abrufdatum 13.12.2012.

6.1.2 Klimahüllen für ausgewählte Lebensräume in den Naturräumen 4. Ordnung Baden-Württembergs

6.1.2.1 Erläuterung der Methode

Klimahüllen (climate envelopes) bieten die Möglichkeit, die klimatischen Standortanforderungen einer Art oder eines Biotops anschaulich darzustellen. Dazu werden verschiedene klimatische Parameter der Orte gegeneinander aufgetragen, an denen die Arten oder Biotope derzeit vorkommen. Aus der räumlichen Verteilung der Punkte ergibt sich in der Grafik der klimatische Bereich, in dem die Art oder das Biotop existieren können. Durch einen Vergleich der derzeitigen klimatischen Bedingungen an den Standorten der Arten/Biotope und den Bedingungen, die sich voraussichtlich im Zuge des Klimawandels an diesen Standorten ergeben werden, lassen sich Projektionen ableiten, ob an diesen Stellen in Zukunft die betroffenen Arten/Biotope noch existieren können, d. h. die klimatischen Voraussetzungen überhaupt gegeben sind.

Für die vorliegende Untersuchung wurden als Parameter folgende Größen gewählt:

- **Arithmetisches Mittel der Tagesmitteltemperaturen**
(\temperatur\elementweise_perzentile\7x7\temp_7x7_gesamt_perzentile_mean-elementweise_mean_gc.txt)
- **Arithmetisches Mittel des gesamten Jahresniederschlags**
(\niederschlag\elementweise_perzentile\7x7\prec_7x7_gesamt_perzentile_mean-elementweise_sum_mm.txt)
- **Arithmetisches Mittel der Niederschlagssumme im hydrologischen Sommerhalbjahr**
(niederschlag\elementweise_perzentile\7x7\prec_7x7_gesamt_perzentile_mean-elementweise_hydrosummer_sum_mm.txt)
- **Klimatische Wasserbilanz**
(klwb_25x25_gesamt_perzentile_mean_elementweise_jahr.txt)

Von den ersten drei Parametern lagen für Baden-Württemberg jeweils der Ist-Zustand (1971-2000) und die modellierte Veränderung in naher Zukunft (2021-2050) in einem 7x7 km- Raster vor. Die klimatische Wasserbilanz wurde für das 25x25 km Raster verwendet. Die zusammengefassten Ergebnisse sind in Kap. 3.2.1.1 dargestellt.

Für den Niederschlag wurde sowohl der Gesamtniederschlag als auch die Niederschlagssumme während des hydrologischen Sommers gewählt, da die Modellergebnisse auf eine Änderung der Niederschlagsverteilung zwischen Sommer und Winter hindeuten und sich daraus unterschiedliche Effekte auf die Vegetation ergeben können. Zudem zeigt sich bei den Modellierungen von Beierkuhnlein et al. (2012), dass für viele FFH-LRT ein Klimaparameter, der den Niederschlag in der Vegetationsperiode beschreibt (z. B. ein oder mehrere Monate), wesentlicher Faktor ist.

Die gewählten Parameter wurden über eine räumliche Verknüpfung im GIS den Naturräumen 4. Ordnung zugeteilt. Wo mehrere Messpunkte in einen Naturraum fielen, wurde aus den enthaltenen Punkten das arithmetische Mittel gebildet. Naturräumen, in deren Grenzen kein Messpunkt lag, wurden die jeweils am nächsten liegenden Punkte zugewiesen. Durch dieses Verfahren hatte jeder Naturraum 4. Ordnung anschließend jeweils einen Wert für die zuvor genannten Parameter.

Durch einen Vergleich der derzeitigen Bedingungen in Baden-Württemberg mit den projizierten Klima-Parametern (Bezug: Mediane (=50 %-Perzentil, p50-Werte)) in diesen Naturräumen (orange Linie) lässt sich abschätzen, wie sehr die Klima-Bedingungen in naher oder ferner Zukunft sich gegenüber jetzt verändern.

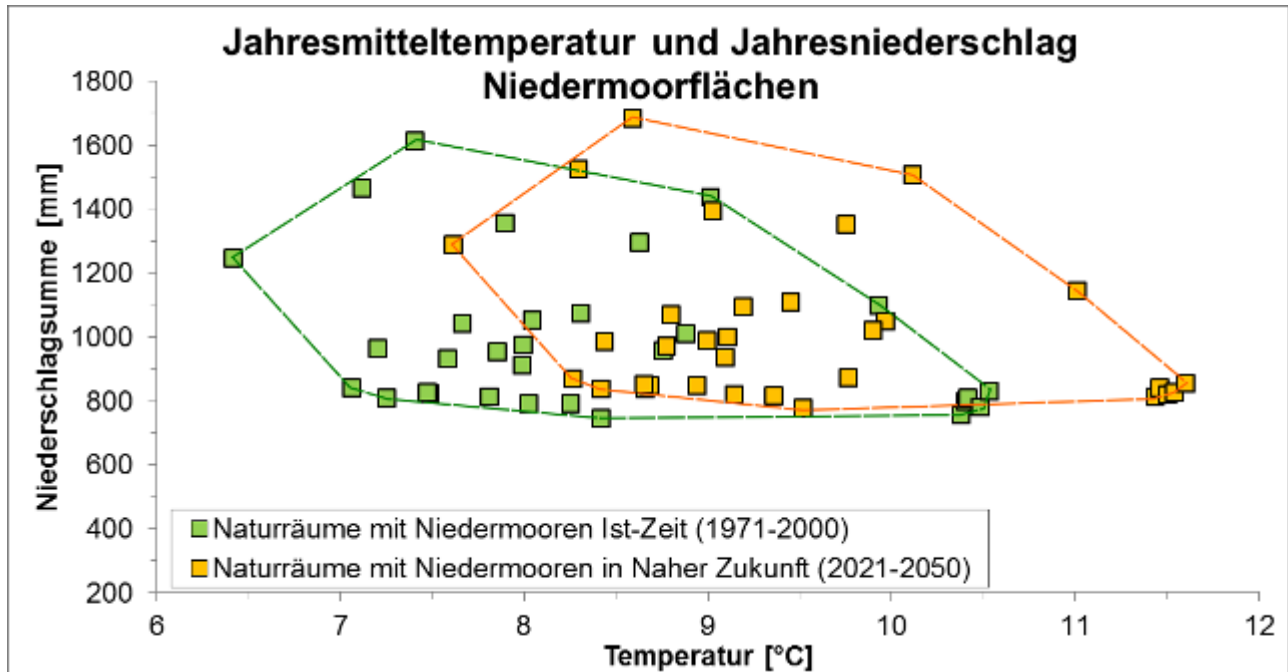


Abbildung 16: Klimahülle aus Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlagssumme für Niedermoorflächen

Hinweis: Ein Quadrat stellt einen Naturraum 4. Ordnung mit Niedermoor-Standorten dar.

Je stärker die Veränderung, desto eher kann es möglich sein, dass die untersuchten Standort-Typ oder Biotoptyp Bedingungen erfahren, die in Baden-Württemberg bislang nicht aufgetreten sind. Unterschieden werden drei Fälle:

- Geringe Veränderung: Standort-Typ oder Biotoptyp verbleibt im Naturraum weiterhin in der von den heutigen Standorten aufgespannten Klimahülle (Fall A), die jetzt von den Parametern Temperatur und Niederschlag in Baden-Württemberg aufgespannt wird. Dieser Naturraum wird voraussichtlich auch zukünftig für den Biotoptyp bzw. Moor-Standort geeignete Klimabedingungen bieten.
- Mittlere Veränderung: Klima-Parameter Temperatur und Niederschlag sind außerhalb der derzeitigen Klimahülle in Baden-Württemberg, aber im heutigen Spektrum (Fall B). Sowohl der Temperatur- als auch der Niederschlagswert liegen jeder für sich und unabhängig voneinander im Spektrum der heutigen Parameter. Diese Naturräume werden voraussichtlich auch in naher Zukunft für den betreffenden Standort-Typ oder Biotoptyp geeignet sein. Bei Betrachtung der Moore fallen unter diese Kategorie auch diejenigen Naturräume, deren Niederschlagsmenge über der der heutigen Moorstandorte liegt, da Moore naturgemäß keine maximal tolerierbare Niederschlagsmenge aufweisen.
- Große Veränderung: Standort-Typ oder Biotoptyp erfährt im Naturraum Klimabedingungen (Temperatur und Niederschlag), die außerhalb der jetzigen Klimahülle für Baden-Württemberg liegen, und ganz oder teilweise außerhalb des heutigen Parameter-Spektrums (Fall C). Da Temperatur- und/oder Niederschlagswerte außerhalb des Spektrums der heutigen

Biotopstandorte liegen, könnten Naturräume mit solchen Parametern in Zukunft für den betreffenden Typ ungeeignet werden.

Diese drei Fälle können in Karten der Naturräume veranschaulicht werden. In den Karten wird nur das Ausmaß der Veränderung dargestellt. Die folgenden Karten (Abbildungen 32 bis 35) stellen für den Projektionszeitraum nahe Zukunft (2021 – 2050) die voraussichtlichen Veränderungen von Klimaparametern für ausgewählte Standort-Typ oder Biotoptyp (Hoch- und Niedermoor-Flächen nach Moor-Kataster, Nasswiesen und Wacholderheiden nach Daten Biotopkartierung) in den Naturräumen 4. Ordnung dar, wie sie aus den Analysen zu den Klimahüllen (Parameter Jahresmitteltemperatur und Niederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr) hervorgehen.

6.1.2.2 Einschränkungen und Aussagemöglichkeiten

Geraten Biotope außerhalb der derzeitigen Klimahülle für Baden-Württemberg, bedeutet das nicht, dass sie nicht mehr existieren können und damit vollständig verloren gehen. Außerhalb Baden-Württembergs (z. B. Schweiz, Frankreich, benachbarte Bundesländer) könnten diese Lebensräume ggf. jetzt unter solchen Bedingungen vorkommen wie sie für die Zukunft für Baden-Württemberg prognostiziert werden. Dies ist bei einer Auswertung der Klimadaten für Baden-Württemberg nur nicht bekannt.

Auch innerhalb von Naturräumen, die in der Klimahülle verbleiben, sind Veränderungen möglich. So können sich regionale Ausprägungen von Lebensgemeinschaften ändern, wenn beispielsweise sich Tieflagen-Varianten von Pflanzengesellschaften in montane Lagen ausbreiten und Hochlagen-Varianten zurückgehen. Diese Problematik kann mit Klimahüllen auf dem Niveau von Biotoptypen nicht angegangen werden.

Insgesamt verbleiben im Beispiel der Niedermoor-Standorte 22 der 31 Naturräume mit Niedermoorstandorten im Bereich der heutigen Klimahülle (Fall A). Diese decken mit 32.397,6 Hektar 96,3 % der heutigen Flächen (33.655,1 ha) ab und beinhalten damit auch die fünf Naturräume mit den größten Flächenanteilen. Weitere 0,9 % (316,3 ha) liegen außerhalb der Klimahülle, bleiben aber im Spektrum der heutigen Temperatur- und Niederschlagswerte (Fall B). Lediglich 2,8 % der jetzigen Niedermoorflächen liegen in Naturräumen, die in naher Zukunft (Projektionen: 50 %-Perzentil) starke Veränderung ihrer klimatischen Rahmenbedingungen erfahren werden (Fall C), da in diesen Naturräumen voraussichtlich Kombinationen von Temperatur und Niederschlag auftreten werden, die außerhalb der derzeitigen Klimahülle der Niedermoorflächen in Baden-Württemberg liegen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde auf eine Nummerierung der Naturräume in obiger Grafik verzichtet. Stattdessen wurden die drei Fälle in Karten visualisiert.

Eine starke Veränderung der Standortbedingungen (rote Farbe in den Karten der Abbildungen 32 bis 35) bedeutet nicht zwangsläufig, dass diese Naturräume möglicherweise nicht mehr für Niedermoore geeignet sein werden, jedoch ist in diesen Naturräumen mit deutlichen Veränderungen in der Arten-Zusammensetzung von Niedermooren oder Nasswiesen auf Niedermoorflächen zu rechnen.

6.1.2.3 Naturräumliche Bezüge

Die untersuchten Standort-Typ oder Biotoptyp umfassten Hoch-, Nieder- und Anmoor-Standorte (nach Moor-Kataster), Nasswiesen basenreicher Standorte der montanen Lagen (Biotoptyp 33.22) und Wacholderheiden (Biotoptyp 36.30).

Die Lage von Hoch-, Nieder- und Anmoor-Standorten stammen aus der Shape-Datei des Moorkatasters, die der Biotoptypen aus der Shape-Datei der Biotopkartierung.

In der folgenden Tabelle ist die Zuordnung der Naturräume 4. Ordnung zu Naturräumen 3. Ordnung (synonym: Hauptnaturräume) dargestellt. Welcher Naturraum welchen Code trägt, kann aus Tabelle 31 entnommen werden.

Tabelle 31: Naturräume in Baden-Württemberg

Naturraum-Code	Name des Naturraums (Naturraum 4. Ordnung)	Hauptnaturraum-Code	Hauptnaturraum (Naturraum 3. Ordnung)
30	Hegau	3	Voralpines Hügel- und Moorland
31	Bodenseebecken		
32	Oberschwäbisches Hügelland		
33	Westallgäuer Hügelland		
34	Adelegg		
40	Donau-Ablach-Platten	4	Donau-Iller-Lech-Platte
41	Riß-Aitrach-Platten		
42	Hügelland der unteren Riß		
43	Holzstöcke		
44	Unteres Illertal		
45	Donauried	9	Schwäbische Alb
90	Randen		
91	Hegualb		
92	Baaralb und Oberes Donautal		
93	Hohe Schwabenalb		
94	Mittlere Kuppenalb		
95	Mittlere Flächenalb		
96	Albuch und Härtsfeld		
97	Lonetal-Flächenalb		
98	Ries-Alb		
100	Südwestliches Albvorland	10	Schwäbisches Keuper-Lias-Land
101	Mittleres Albvorland		
102	Östliches Albvorland		
103	Ries		
104	Schönbuch und Glemswald		
105	Stuttgarter Bucht		
106	Filder		
107	Schurwald und Welzheimer Wald		
108	Schwäbisch-Fränkische Waldberge		

Naturraum-Code	Name des Naturraums (Naturraum 4. Ordnung)	Hauptnaturraum-Code	Hauptnaturraum (Naturraum 3. Ordnung)
113	Mittelfränkisches Becken	11	Fränkisches Keuper-Lias-Land
114	Frankenhöhe		
120	Alb-Wutach-Gebiet	12	Neckar- und Tauber-Gäuplatten
121	Baar		
122	Obere Gäue		
123	Neckarbecken		
124	Strom- und Heuchelberg		
125	Kraichgau		
126	Kocher-Jagst-Ebenen		
127	Hohenloher-Haller-Ebene		
128	Bauland		
129	Tauberland		
130	Ochsenfurter- und Gollachgau	13	Mainfränkische Platten
132	Marktheidenfelder Platte		
141	Sandstein-Spessart	14	Odenwald, Spessart und Südrhön
144	Sandstein-Odenwald		
145	Vorderer Odenwald		
150	Schwarzwald-Randplatten	15	Schwarzwald
151	Grindenschwarzwald und Enzhöhen		
152	Nördlicher Talschwarzwald		
153	Mittlerer Schwarzwald		
154	Südöstlicher Schwarzwald		
155	Hochschwarzwald		
160	Hochrheintal	16	Hochrheingebiet
161	Dinkelberg		
200	Markgräfler Rheinebene	20	Südliches Oberrhein-Tiefland
201	Markgräfler Hügelland		
202	Freiburger Bucht		
203	Kaiserstuhl		
210	Offenburger Rheinebene	21	Mittleres Oberrhein-Tiefland
211	Lahr-Emmendinger Vorberge		
212	Ortenau-Bühler Vorberge		
222	Nördliche Oberrhein-Niederung	22	Nördliches Oberrhein-Tiefland
223	Hardtebenen		
224	Neckar-Rheinebene		
225	Hessische Rheinebene		
226	Bergstraße		

6.1.2.4 Klimahüllen ausgewählter Lebensräume

In den nachfolgenden Grafiken sind die Ergebnisse der Klimahüllenberechnung dargestellt. Dabei repräsentiert jedes Quadrat jeweils einen Naturraum 4. Ordnung, in dem der untersuchte Biotoptyp bzw. Moor-Standort vorkommt. Grüne Quadrate zeigen den Ist-Zustand der Naturräume 4. Ordnung auf. Als Ist-Zustand wird dabei immer die Klimanormalperiode von 1971 bis 2000 bezeichnet. Die orangenen Quadrate stehen für die Bedingungen in denselben Naturräumen zwischen 2021 und 2050 („Nahe Zukunft“). Die fünf Naturräume 4. Ordnung mit den größten Flächenanteilen am jeweiligen Biotoptyp bzw. Moor-Standort sind mit ihrem Naturraumcode in den Diagrammen gelabelt.

Jahresniederschlagssummen:

Für die Berechnungen mit den gesamten Jahresniederschlagssummen zeigen sich insgesamt ähnliche Veränderungen für alle Biotoptypen bzw. Moor-Standorte in der nahen Zukunft. Die Jahresmitteltemperatur wird in allen Fällen voraussichtlich ansteigen, wobei die Fläche der Klimahülle in den Naturräumen in etwa gleich bleibt. Die Klimahüllen in der Ist-Zeit und in naher Zukunft zeigen dabei noch großflächige Überlappungen. Im Bereich dieser Überlappungen könnten die betroffenen Biotoptypen bzw. Moor-Standorte voraussichtlich ohne Anpassung an veränderte Klimabedingungen existieren. Da im Fall der Moore davon ausgegangen werden kann, dass diese keine maximale Grenze der tolerierten Niederschläge aufweisen, könnten die etwas höheren Niederschläge in naher Zukunft diesen Standort-Typen vermutlich noch zu Gute kommen. Eine Aussage über die Wirkung auf die Nasswiesen und Wacholderheiden kann dagegen nicht getroffen werden. Aufgrund der deutlich ansteigenden Mitteltemperatur kann sich jedoch für Moore die klimatische Wasserbilanz verschlechtern.

Niederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr:

Auch bei der Verwendung der Niederschlagssummen im hydrologischen Sommerhalbjahr zeigen die verschiedenen Biotoptypen bzw. Moor-Standorte ein ähnliches Verhalten. Während der Winterniederschlag ansteigt, wird der Niederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr voraussichtlich zurückgehen. Dies könnte sich für alle untersuchten Biotoptypen als problematisch erweisen, wobei sich sinkende Niederschläge auf Moore naturgemäß am stärksten auswirken. Allerdings ist hier der Überlappungsbereich der Klimahüllen sehr groß, ein Großteil der Flächen dürfte also unter denselben Klimabedingungen fortbestehen können. Diese Überlappung ist bei Anmoor- und Niedermoor-Standorten und Nasswiesen größer als bei Hochmoorflächen und Wacholderheiden. Dies repräsentiert jedoch nur die Anzahl der Naturräume, nicht deren Anteil an der heutigen Fläche eines Biotoptyps bzw. Moor-Standorts.

Klimatische Wasserbilanz:

Die klimatische Wasserbilanz ist eine summarische Größe, die insbesondere für wasserabhängige Lebensräume wie Moore aller Art, Sümpfe, Feuchtwälder sowie feuchtem und nassem Grünland wichtig ist. Gegenwärtig weisen die meisten Hauptnaturräume eine klimatische Wasserbilanz von ca. 400 – 700 mm pro Jahr auf. Die Projektionen für die nahe Zukunft ergeben Unterschiede zwischen -47 (Hochrheingebiet) und +40 mm (Mittleres Oberrhein-Tiefland) pro Jahr gegenüber dem jetzigen Zustand, je nach Hauptnaturraum. In naher Zukunft zeigen sich also Veränderungen sowohl in positiver als auch in negativer Richtung bei der klimatischen Wasserbilanz pro Hauptnaturraum.

6.1.2.5 Klimahüllen für Anmoorflächen

Von den 26 Naturräumen, in denen heute Anmoorflächen vorkommen, werden in naher Zukunft bei Betrachtung der Jahresniederschlagssummen und der Jahresmitteltemperatur sieben möglicherweise nicht mehr als Standorte in Frage kommen (Fall C). Diese machen mit 706 ha einen Anteil von 7,0 % an der heutigen Anmoorfläche von 10.161,7 ha aus. Mit einem Anteil von 92,6 % der Fläche bleibt der überwiegende Teil der Naturräume in der heutigen Klimahülle (Fall A), hierunter fallen auch die fünf Naturräume mit dem größten Flächenanteil an Anmoorflächen.

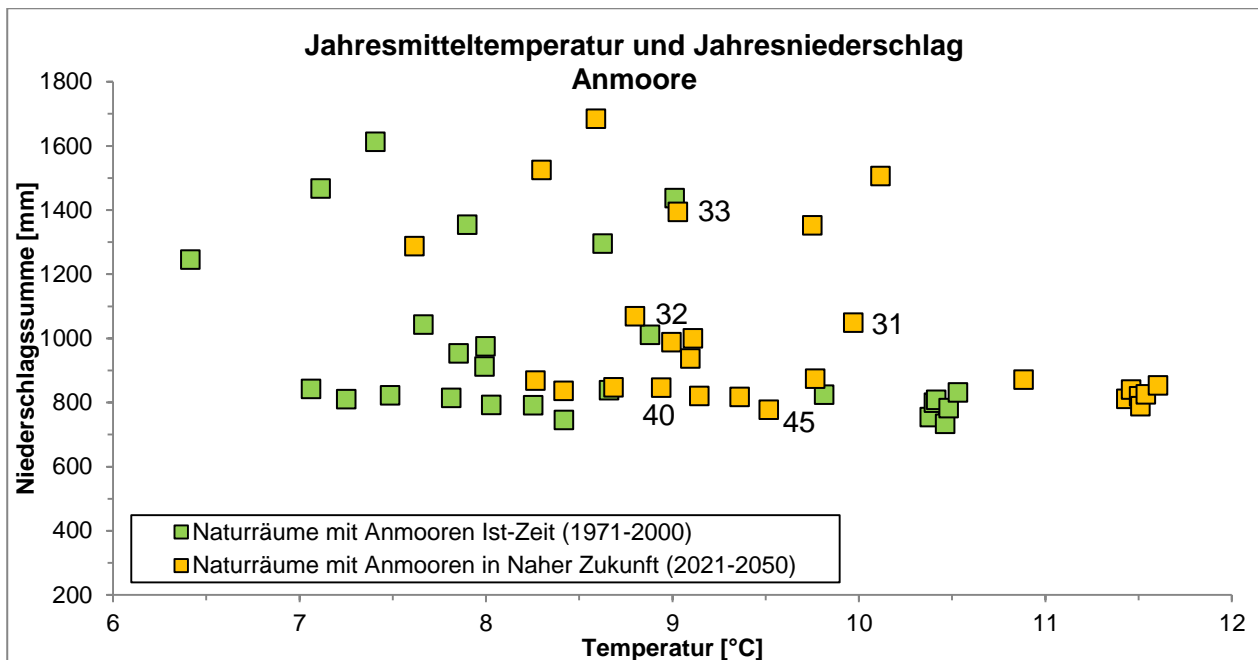


Abbildung 17: Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlag für Anmoor-Flächen

Die verbleibenden 0,4 % der Anmoorflächen Baden-Württembergs könnten in naher Zukunft vermutlich ebenfalls noch geeignete Bedingungen für Niedermoore bieten (Fall B).

Im Vergleich zur Betrachtung der Klimahüllen mit den Gesamtniederschlagssummen verschieben sich bei Verwendung der Niederschläge im hydrologischen Sommerhalbjahr (vgl. folgende Abbildung) die Flächenanteile zwischen den Naturräumen, die weiter in der Klimahülle verbleiben (Fall A) und denen, deren Parameter nur noch im Spektrum der heutigen liegen (Fall B).

Tabelle 32: Naturräume mit Anmooren in naher Zukunft bei Verwendung von Jahresmitteltemperatur, Jahresniederschlag und Sommerniederschlag

NR-Code	Naturraum 4. Ordnung	Fläche [ha]	Fall Jahres-Niederschlag	Fall Sommer-Niederschlag
121	Baar	129,19	A	B
92	Baaralb und Oberes Donautal	27,77	A	A
31	Bodenseebecken	746,30	A	B
40	Donau-Ablach-Platten	2.632,79	A	A
45	Donauried	960,11	A	A
30	Hegau	656,20	A	A

NR-Code	Naturraum 4. Ordnung	Fläche [ha]	Fall Jahres-Niederschlag	Fall Sommer-Niederschlag
91	Hegaualb	3,39	A	A
155	Hochschwarzwald	175,31	A	A
43	Holzstöcke	109,46	A	A
42	Hügelland der unteren Riß	573,50	A	A
97	Lonetal-Flächenalb	3,41	A	A
153	Mittlerer Schwarzwald	16,16	A	B
32	Oberschwäbisches Hügelland	1.619,40	A	A
41	Riß-Aitrach-Platten	559,46	A	A
154	Südöstlicher Schwarzwald	268,00	A	A
44	Unteres Illertal	3,54	A	A
33	Westallgäuer Hügelland	926,48	A	B
151	Grindenschwarzwald und Enzhöhen	42,53	B	B
152	Nördlicher Talschwarzwald	2,51	B	B
202	Freiburger Bucht	41,12	C	C
223	Hardtebenen	239,78	C	C
225	Hessische Rheinebene	87,23	C	C
125	Kraichgau	0,66	C	C
224	Neckar-Rheinebene	4,76	C	C
222	Nördliche Oberrhein-Niederung	233,23	C	C
210	Offenburger Rheinebene	99,43	C	C
	Summe in ha	10.161,72		

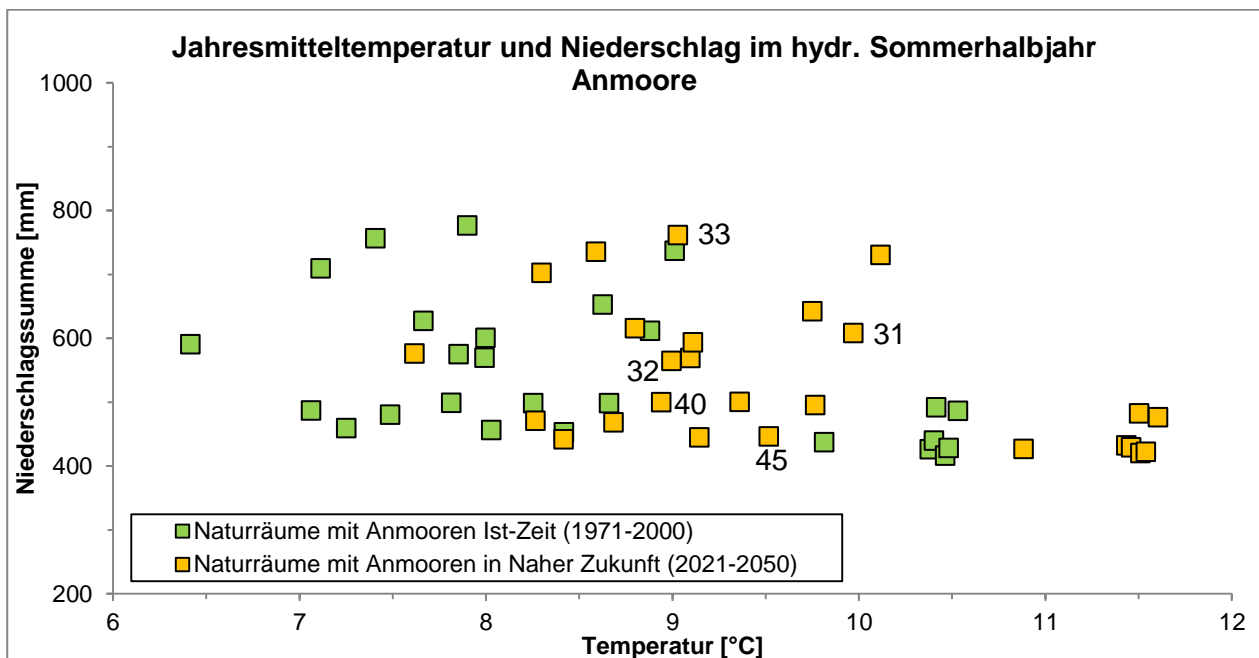


Abbildung 18: Jahresmitteltemperatur und Niederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr für Anmoor-Flächen

Nur noch 74,7 % der Biotopflächen (7.592,3 ha) sind in Naturräumen derselben Klimahülle wie heute angesiedelt, die fehlenden 18,3 % sind nur noch im heutigen Parameterspektrum (Fall B).

Die in Zukunft voraussichtlich ungeeigneten Naturräume machen weiterhin einen Anteil von 7 % aus.

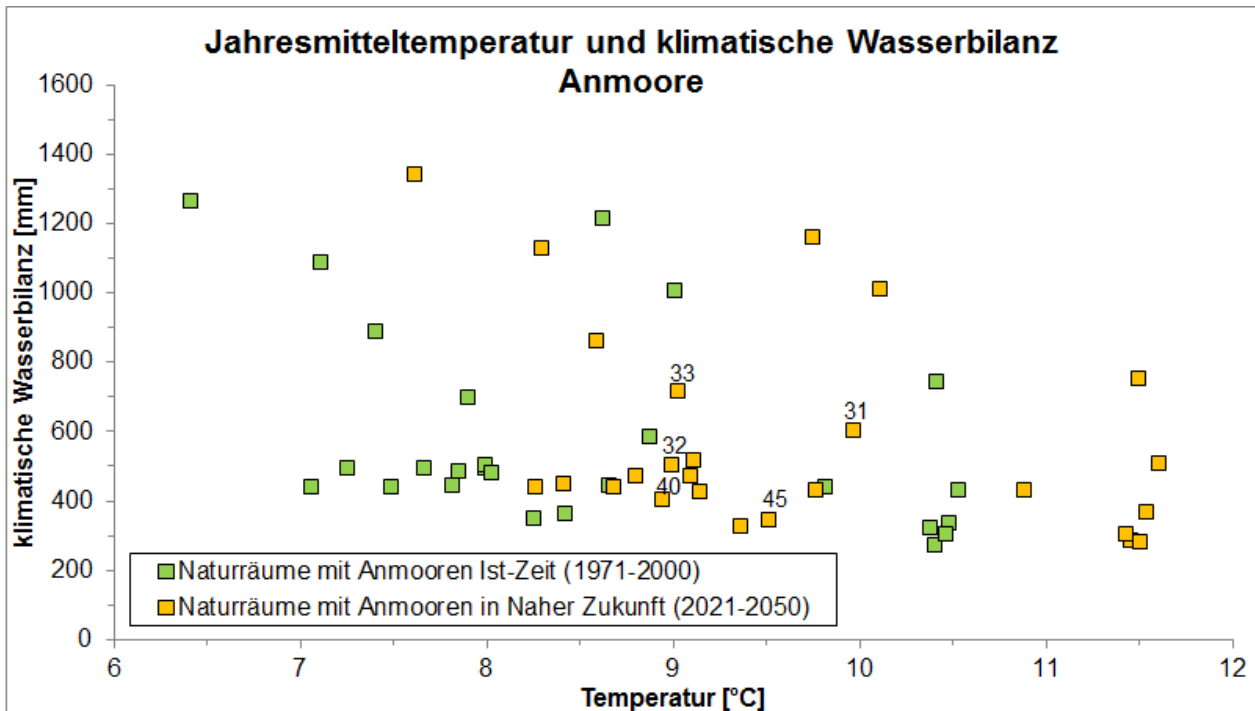


Abbildung 19: Jahresmitteltemperatur und klimatische Wasserbilanz für Anmoor-Flächen

Bei Verwendung der klimatischen Wasserbilanz liegt die Prognose für das Fortbestehen der klimatischen Eignung für Anmoor-Flächen in Baden-Württemberg sehr nahe bei der Berechnung der Gesamtniederschlagssumme. Es bleiben in diesem Fall voraussichtlich 90,2 % der heutigen Anmoorflächen in der Klimahülle (Fall A), weitere 2,8 % liegen im Bereich des heutigen Spektrums der Parameter (Fall B). Die restlichen 7 % der Anmoor-Flächen liegen in solchen Bereichen der beiden Klimaparameter „klimatische Wasserbilanz“ und „Temperatur“, die heute keine Anmoor-Flächen beherbergen (Fall C).

6.1.2.6 Klimahüllen für Niedermoorflächen

Die Situation der Niedermoorflächen in naher Zukunft stellt sich ähnlich dar wie die der Anmoorflächen. Insgesamt verbleiben bei Betrachtung der Jahresniederschlagssummen und der Jahresmitteltemperatur 22 der 31 Naturräume im Bereich der heutigen Klimahülle (Fall A). Diese decken rund mit 32397,6 Hektar 96,3 % der heutigen Flächen (33655,1 ha) ab und beinhalten damit auch die fünf Naturräume mit den größten Flächenanteilen. Weitere 0,9 % (316,3 ha) liegen außerhalb der Klimahülle, bleiben aber im Spektrum der heutigen Temperatur- und Feuchtigkeitswerte (Fall B). Lediglich 2,8 % der jetzigen Fläche liegt in Naturräumen, die in naher Zukunft möglicherweise nicht mehr für Niedermoorflächen geeignet sein werden (Fall C).

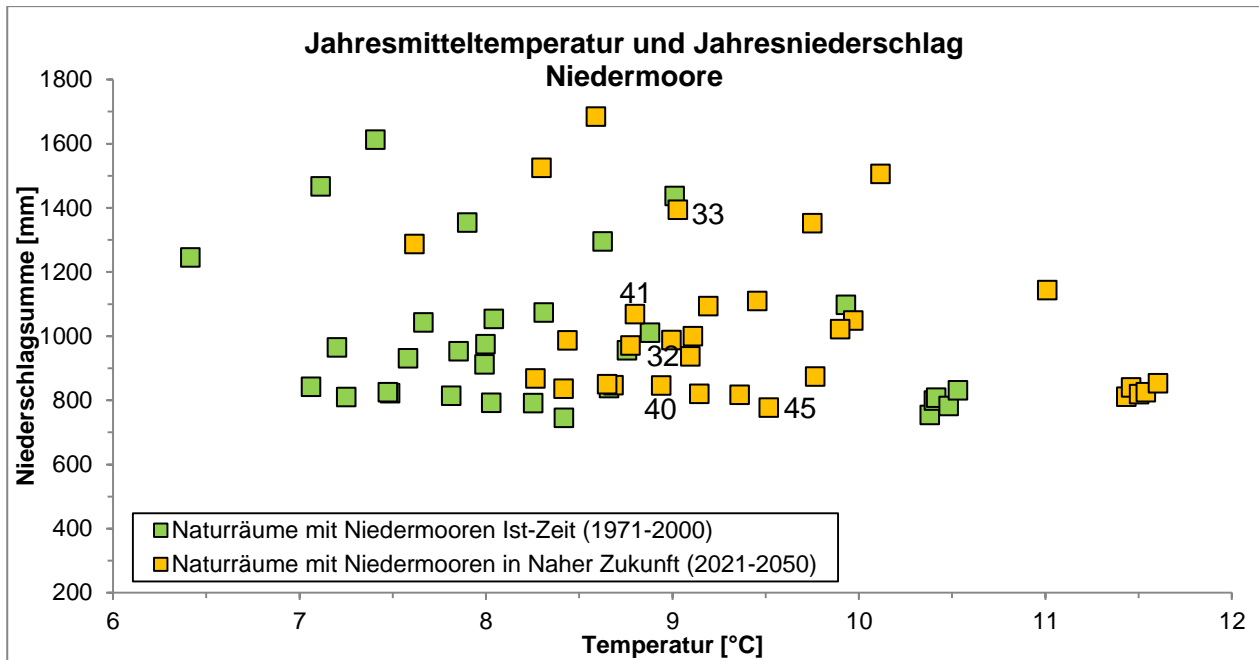


Abbildung 20: Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlag für Niedermoor-Flächen

Während bei Betrachtung der Jahresniederschlagssummen noch 96,3 % der Biotopflächen in weiterhin geeigneten Naturräumen liegen, sind es hinsichtlich der Niederschläge im hydrologischen Sommerhalbjahr nur noch 74,0 %.

Tabelle 33: Naturräume mit Niedermooren in naher Zukunft bei Verwendung von Jahresmitteltemperatur, Jahresniederschlag und Sommerniederschlag

NR-Code	Naturraum 4. Ordnung	Fläche [ha]	Fall Jahres-Niederschlag	Fall Sommer-Niederschlag
96	Albuch und Härtsfeld	1,01	A	A
120	Alb-Wutach-Gebiet	5,62	A	A
121	Baar	615,51	A	B
92	Baaralb und Oberes Donautal	198,74	A	A
31	Bodenseebecken	1.506,24	A	B
40	Donau-Ablach-Platten	2.848,26	A	A
45	Donauried	2.952,65	A	A
30	Hegau	2.246,98	A	A
91	Hegualb	6,47	A	A
155	Hochschwarzwald	1.022,59	A	A
43	Holzstöcke	109,09	A	A
42	Hügelland der unteren Riß	1.207,44	A	A
97	Lonetal-Flächenalb	189,04	A	A
95	Mittlere Flächenalb	104,95	A	A
94	Mittlere Kuppenalb	10,40	A	A
32	Oberschwäbisches Hügelland	8.289,16	A	A
41	Riß-Aitrach-Platten	5.281,84	A	A
144	Sandstein-Odenwald	0,75	A	A

NR-Code	Naturraum 4. Ordnung	Fläche [ha]	Fall Jahres-Niederschlag	Fall Sommer-Niederschlag
150	Schwarzwald-Randplatten	3,62	A	A
154	Südöstlicher Schwarzwald	421,78	A	A
44	Unteres Illertal	1,05	A	A
33	Westallgäuer Hügelland	5.374,39	A	B
151	Grindenschwarzwald und Enzhöhen	303,80	B	B
153	Mittlerer Schwarzwald	11,22	B	B
152	Nördlicher Talschwarzwald	1,28	B	B
202	Freiburger Bucht	120,19	C	C
223	Hardtebenen	346,80	C	C
225	Hessische Rheinebene	19,57	C	C
222	Nördliche Oberrhein-Niederung	323,91	C	C
210	Offenburger Rheinebene	130,42	C	C
212	Ortenau-Bühler Vorberge	0,30	C	C
	Summe in ha	33.655,07		

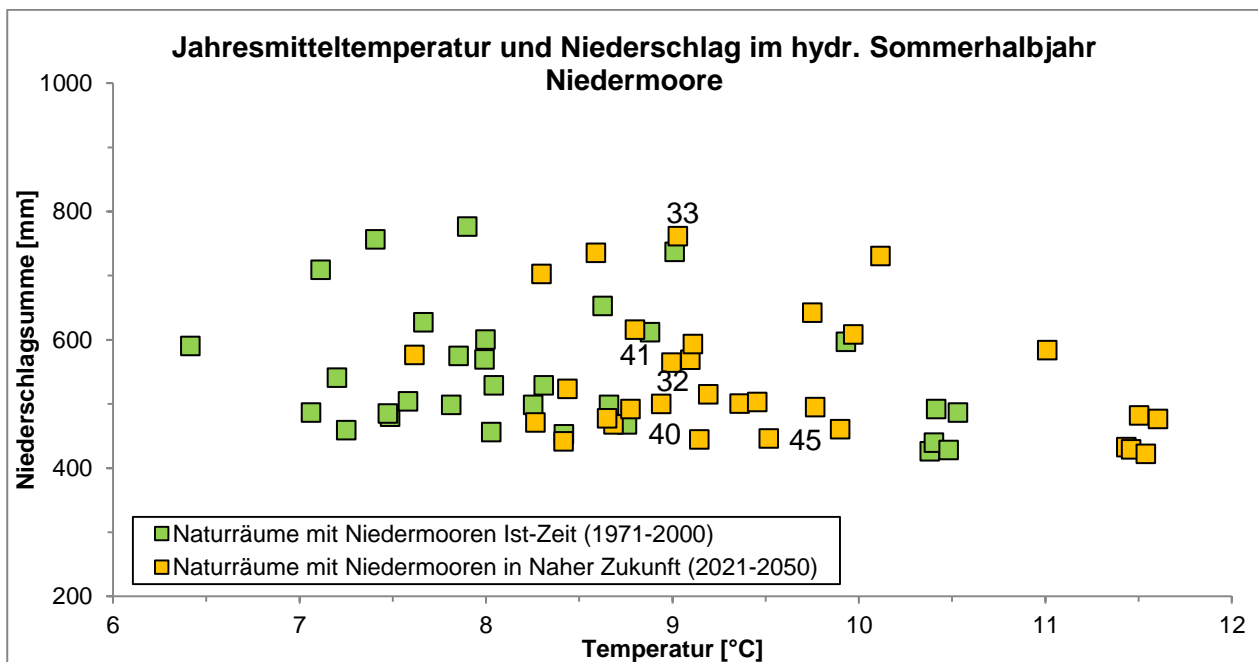


Abbildung 21: Jahresmitteltemperatur und Niederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr für Niedermoor-Flächen

Die Differenz von 23,2 % zählt nun wiederum für die Naturräume außerhalb der Klimahülle, aber innerhalb des Parameterspektrums von heute (Fall B). Der Anteil der ungeeigneten Naturräume bleibt konstant bei 2,8 %.

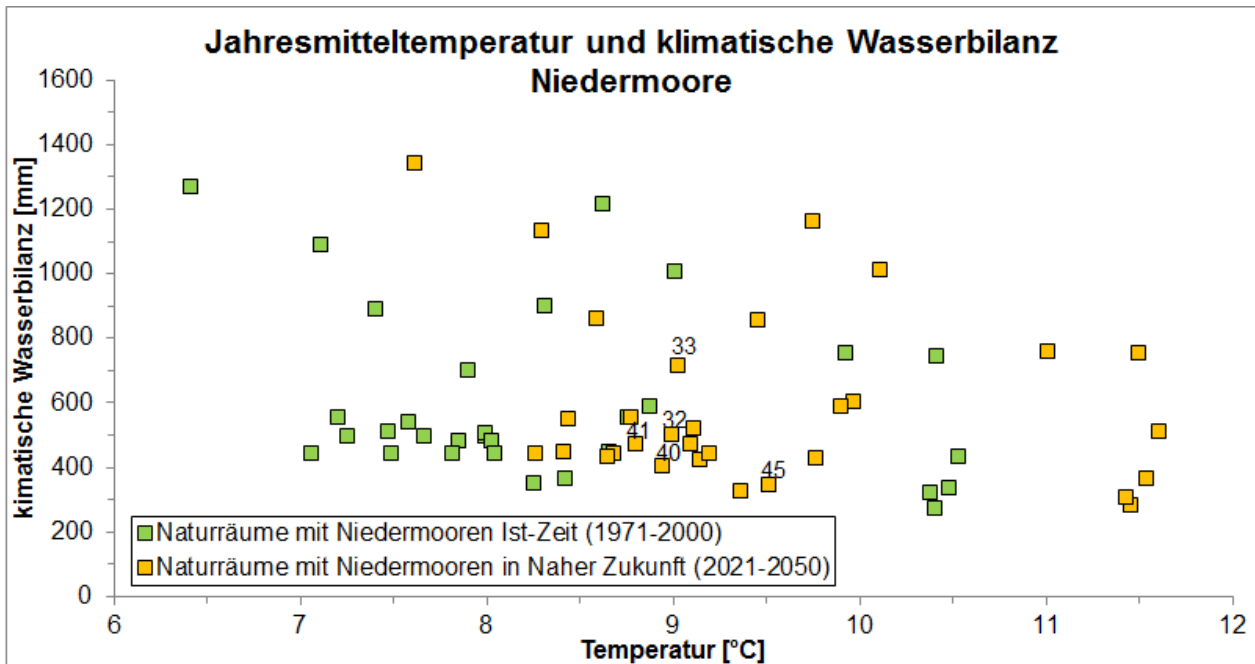


Abbildung 22: Jahresmitteltemperatur und klimatische Wasserbilanz für Niedermoor-Flächen

Wie bereits bei den Anmooren, liegen die Prognosen der Klimahüllen mit der klimatischen Wasserbilanz sehr nahe bei der Berechnung mit der Jahresgesamtniederschlagsmenge. Insgesamt 95,9 % der heutigen Niedermoorflächen bleiben demnach in der Klimahülle (Fall A). 1,3 % bleiben im Spektrum der heutigen Parameter (Fall B). Lediglich 2,8 % der heutigen Niedermoorflächen befinden sich in naher Zukunft in Bereichen der Klimaparameter, die sich komplett außerhalb des heutigen Spektrums befinden (Fall C).

Die Zukunftsaussichten für die Niedermoorflächen in der nahen Zukunft sind daher als günstig zu bezeichnen: Der Klimawandel wird die klimatischen Randbedingungen für Niedermoorflächen zwar verändern, aber derzeit ist nicht erkennbar, dass ein wesentlicher Verlust eintreten könnte. Vielmehr verbleibt der überwiegende Teil der Niedermoorflächen (z.B. 74 % bei Betrachtung der Niederschläge im hydrologischen Sommerhalbjahr) im geeigneten Klimaparameter-Raum.

6.1.2.7 Klimahüllen für Hochmoorflächen

Im Vergleich zu den beiden anderen untersuchten Moortypen stellt sich die Projektion für die Hochmoorflächen mit dem Verfahren der Klimahüllen in Baden-Württemberg wesentlich ungünstiger dar. Nur 1.266,2 Hektar (35,4 %) der Hochmoorflächen werden bei Betrachtung der Jahresniederschlagssummen und der Jahresmitteltemperatur auch in naher Zukunft innerhalb der heutigen Klimahülle liegen (Fall A). Weitere 31,9 % (1.142,7 ha) bleiben zumindest im Bereich des heutigen Spektrums der Parameter (Fall B). Damit könnten die restlichen 32,7 % (1.171,3 ha) der Hochmoorflächen in Baden-Württemberg wegfallen (Fall C). Besonders ins Gewicht fallen dabei die Naturräume „Westallgäuer Hügelland“ (Codenummer 33) und „Oberschwäbisches Hügelland“ (Codenummer 32), die heute zusammen über 2000 ha Hochmoorfläche halten.

Im Falle des Naturraums "Westallgäuer Hügelland" ist der Abstand zur heutigen Klimahülle allerdings so gering, dass ein Verlust nicht zwangsläufig gegeben sein muss. Gezielte Maßnahmen zur Verbesserung des Wasserhaushalts könnten die Anpassungsfähigkeit dieser

Hochmoore erhalten und stärken, so dass die geringe Temperaturdifferenz gegenüber dem geeigneten Klimaraum ggf. ertragen werden kann.

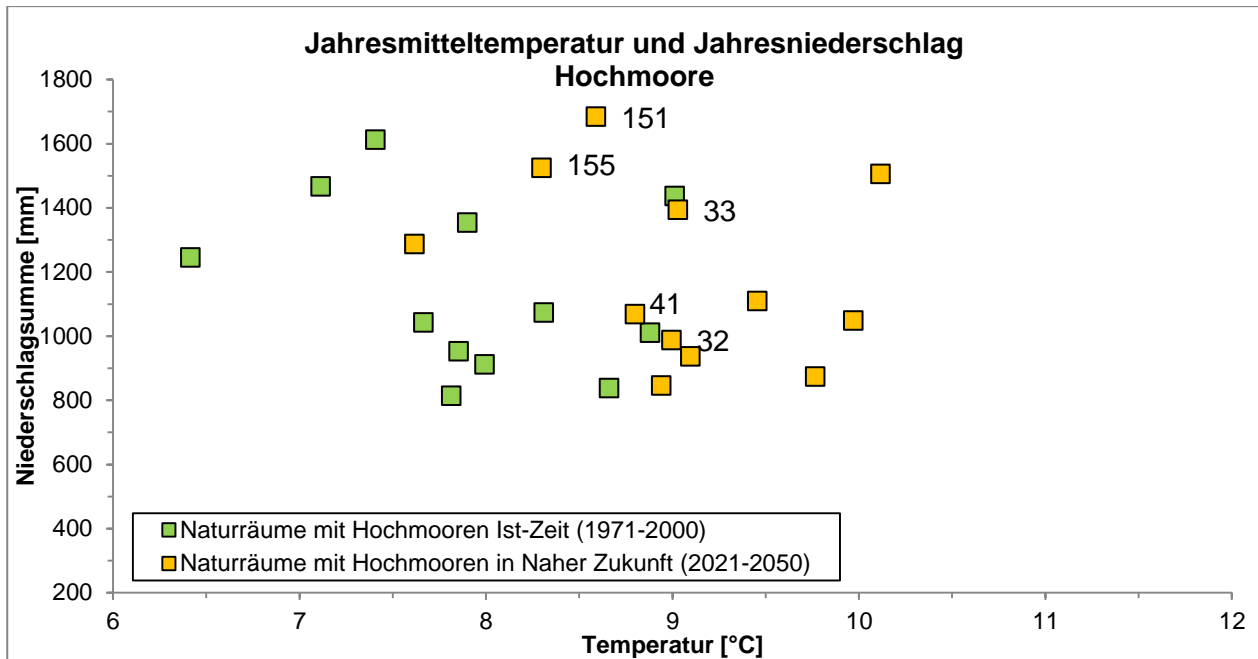


Abbildung 23: Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlag für Hochmoor-Flächen

Bei Betrachtung der Sommerniederschläge verändert sich an der Projektion für die nahe Zukunft wenig. Die Fläche, die in naher Zukunft weiterhin in der heutigen Klimahülle liegen wird (Fall A), liegt bei dieser Betrachtungsweise bei 39,8 % und damit 4,4 % höher als bei Verwendung der Gesamtniederschläge. Die Differenz ergibt sich aus dem gesunkenen Flächenanteil von Fall B. Die in Zukunft voraussichtlich ungeeigneten Naturräume nehmen weiterhin 32,7 % an der Gesamtfläche der Hochmoor-Standorte ein.

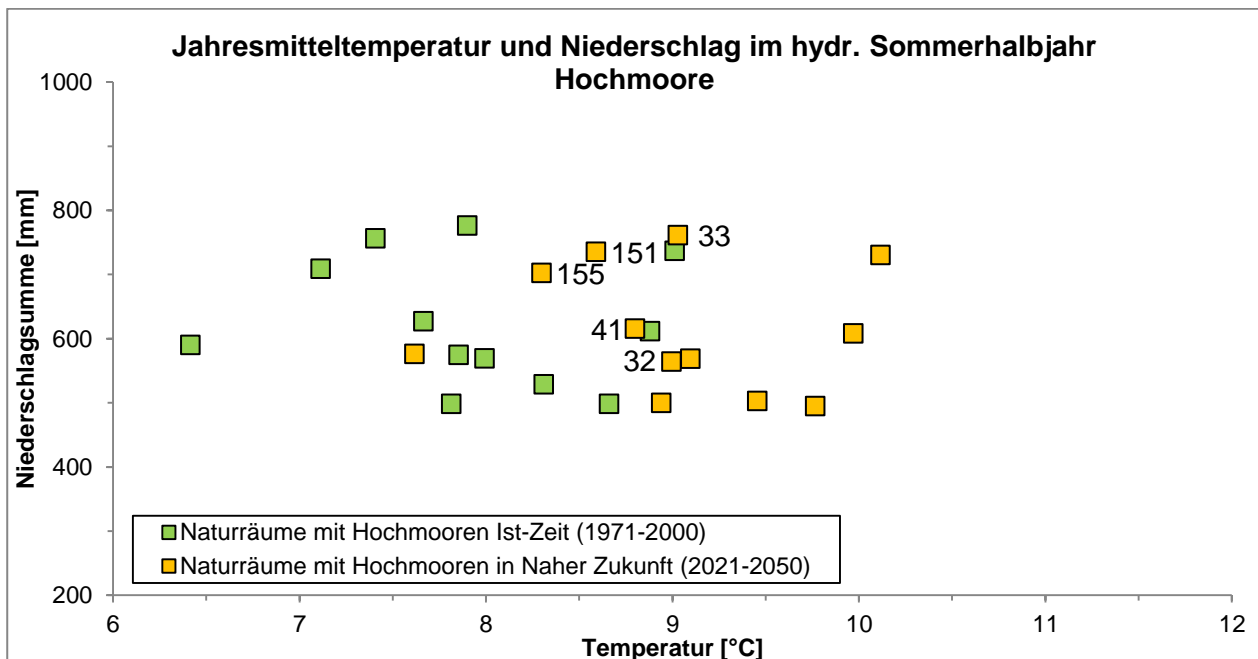


Abbildung 24: Jahresmitteltemperatur und Niederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr für Hochmoor-Flächen

Tabelle 34: Naturräume mit Hochmooren in naher Zukunft bei Verwendung von Jahresmitteltemperatur, Jahresniederschlag und Sommerniederschlag

NR-Code	Naturraum 4. Ordnung	Fläche [ha]	Fall Jahres-Niederschlag	Fall Sommer-Niederschlag
155	Hochschwarzwald	128,74	A	A
41	Riß-Aitrach-Platten	1072,40	A	A
154	Südöstlicher Schwarzwald	65,01	A	A
40	Donau-Ablach-Platten	59,59	B	B
151	Grindenschwarzwald und Enzhöhen	159,64	B	A
32	Oberschwäbisches Hügelland	923,46	B	B
31	Bodenseebecken	3,16	C	C
30	Hegau	2,08	C	C
43	Holzstöcke	0,61	C	C
152	Nördlicher Talschwarzwald	0,61	C	C
150	Schwarzwald-Randplatten	15,24	C	C
33	Westallgäuer Hügelland	1.149,61	C	C
	Summe in ha	3.580,15		

Auch bei diesen Projektionen (Jahres-Niederschlag und Sommerniederschlag) ist die Einstufung des Naturraums 33 (Westallgäuer Hügelland) sehr knapp. Im Anbetracht des großen Flächenanteils dieses Naturraums sind durch kleine Änderungen der projizierten Klimaparameter gravierende Änderungen der Flächenbilanz möglich.

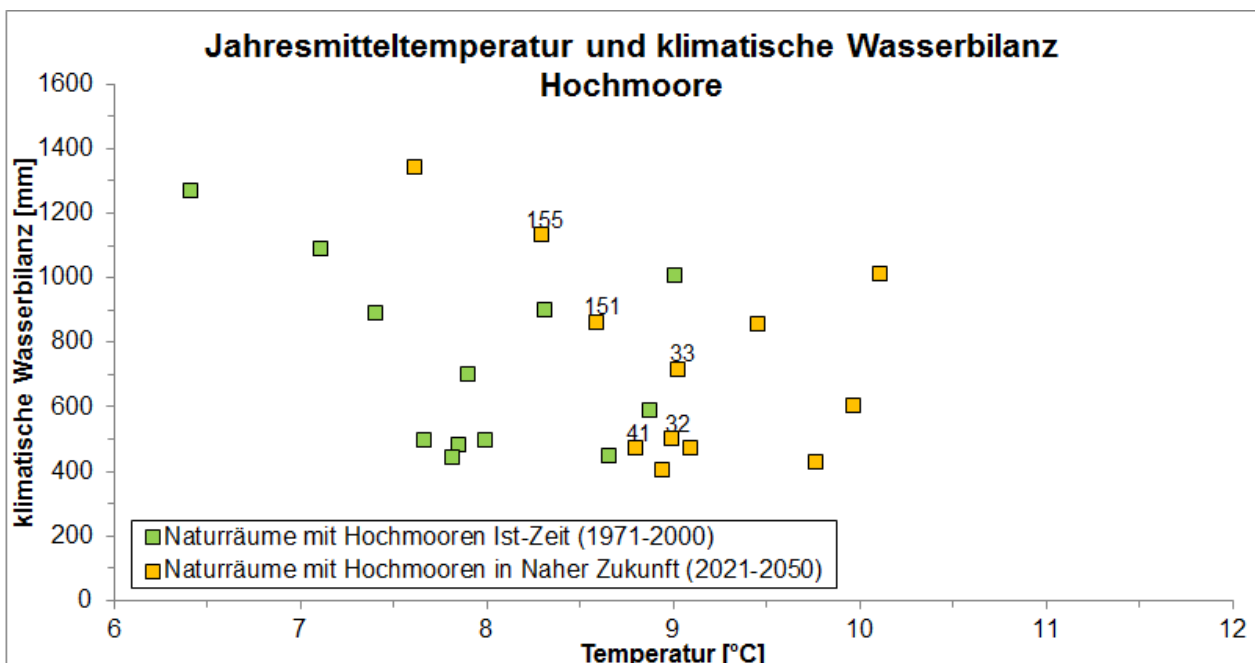


Abbildung 25: Jahresmitteltemperatur und klimatische Wasserbilanz für Hochmoor-Flächen

Sehr deutliche Unterschiede zu den vorhergehenden Projektionen ergeben sich bei den Hochmoor-Flächen bei Verwendung der klimatischen Wasserbilanz. Hierbei stellen sich die Zukunftsaussichten für die Hochmoorflächen Baden-Württembergs als ungünstig dar, da mit dem

Naturraum „Grindenschwarzwald und Enzhöhen“ (Naturraum 151) nur ein einziger Naturraum 4. Ordnung in der heutigen Klimahülle aus Temperatur und klimatischer Wasserbilanz verbleibt. Dieser beinhaltet 4,5 % der heutigen Hochmoorflächen (Fall A). Für die Hochmoore in Zukunft ungeeignet erscheinen voraussichtlich ca. 32,7 % der heutigen Standorte (Fall C).

62,8 % (Fall B) der Hochmoor-Flächen weisen Temperatur-Werte außerhalb (=höher) der heutigen Klimahülle auf, liegen jedoch noch innerhalb des Spektrums der klimatischen Wasserbilanz, wie sie heute gegeben ist. Der Großteil der Hochmoorflächen (ca. zwei Drittel) wird somit voraussichtlich Jahresmitteltemperaturen außerhalb des derzeitigen Bereichs erleben, jedoch sind die Werte der klimatischen Wasserbilanz im derzeit beobachtbaren Gesamtspektrum angesiedelt und sollten daher für ein Fortbestehen von Hochmooren geeignet sein.

6.1.2.8 Klimahüllen für Nasswiesen basenreicher Standorte montaner Lagen

Von den 27 Naturräumen mit Nasswiesen basenreicher Standorte der montanen Lagen (Biotoptypennummer 33.22) werden bei Betrachtung der Jahresniederschlagssummen und der Jahresmitteltemperatur in naher Zukunft voraussichtlich noch 15 in der heutigen Klimahülle liegen (Fall A). Diese enthalten mit 549,6 Hektar Biotopfläche 47,4 % des Biotoptyps 33.22 (insgesamt 1159,4 ha). Weitere 43,2 % (500,9 ha) der heutigen Biotopfläche liegen in Naturräumen, deren Klimabedingungen in naher Zukunft zumindest im Spektrum der heutigen Parameter liegen (Fall B). Lediglich acht Naturräume fallen nach derzeitigen Erkenntnissen als Standort für den Biotoptyp 33.22 vermutlich weg (Fall C). Diese beinhalten aktuell 9,4 % (108,9 ha) der Biotopfläche der Nasswiesen basenreicher Standorte der montanen Lagen.

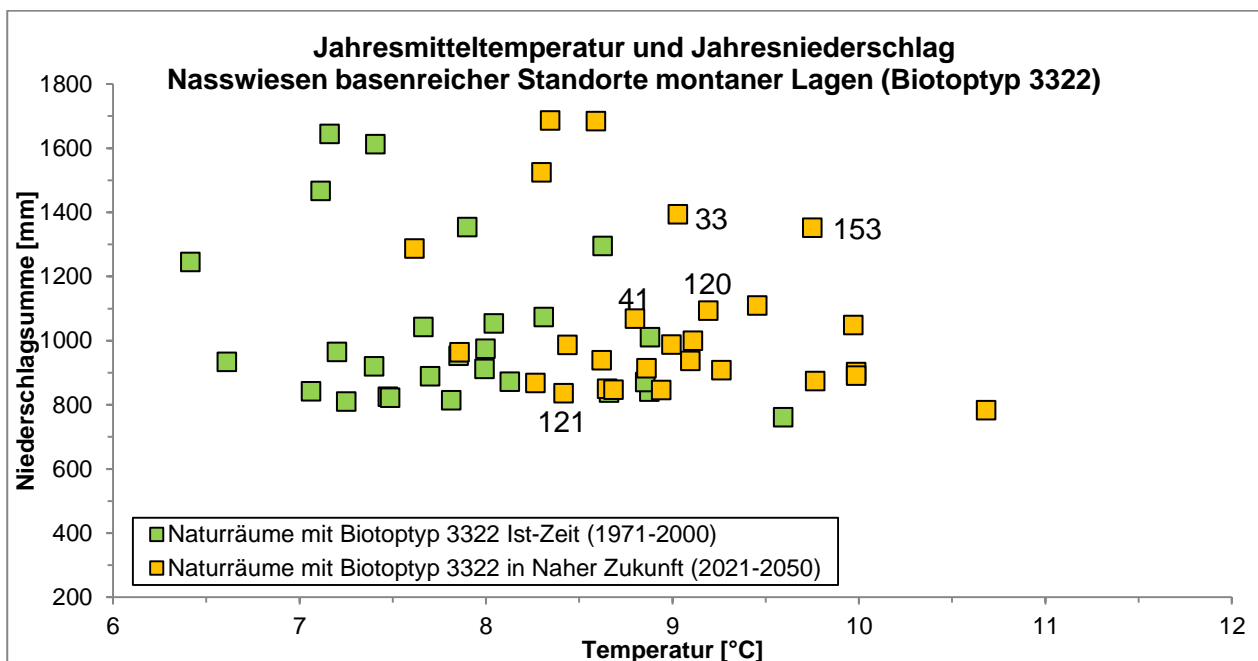


Abbildung 26: Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlag für Nasswiesen basenreicher Standorte der montanen Lagen (Biotoptyp 33.22)

Tabelle 35: Naturräume mit Biotoptyp 33.22 in naher Zukunft bei Verwendung von Jahresmitteltemperatur, Jahresniederschlag und Sommerniederschlag

NR-Code	Naturraum 4. Ordnung	Fläche [ha]	Fall Jahres-Niederschlag	Fall Sommer-Niederschlag
121	Baar	113,94	A	A
92	Baaralb und Oberes Donautal	38,11	A	A
40	Donau-Ablach-Platten	73,50	A	A
91	Hegaualb	2,07	A	A
93	Hohe Schwabenalb	15,67	A	A
43	Holzstöcke	1,68	A	B
95	Mittlere Flächenalb	22,45	A	A
94	Mittlere Kuppenalb	44,16	A	A
122	Obere Gäue	7,70	A	A
32	Oberschwäbisches Hügelland	31,98	A	A
90	Randen	0,11	A	A
41	Riß-Aitrach-Platten	105,67	A	A
154	Südöstlicher Schwarzwald	63,33	A	A
100	Südwestliches Albvorland	28,92	A	A
44	Unteres Illertal	0,26	A	B
120	Alb-Wutach-Gebiet	115,74	B	A
155	Hochschwarzwald	66,73	B	A
150	Schwarzwald-Randplatten	10,80	B	B
33	Westallgäuer Hügelland	307,65	B	B
34	Adelegg	2,04	C	B
31	Bodenseebecken	2,07	C	C
151	Grindenschwarzwald und Enzhöhen	0,33	C	B
30	Hegau	18,55	C	C
126	Kocher-Jagst-Ebenen	0,09	C	C
153	Mittlerer Schwarzwald	83,19	C	C
101	Mittleres Albvorland	2,52	C	C
123	Neckarbecken	0,13	C	C
	Summe in ha	1.159,39		

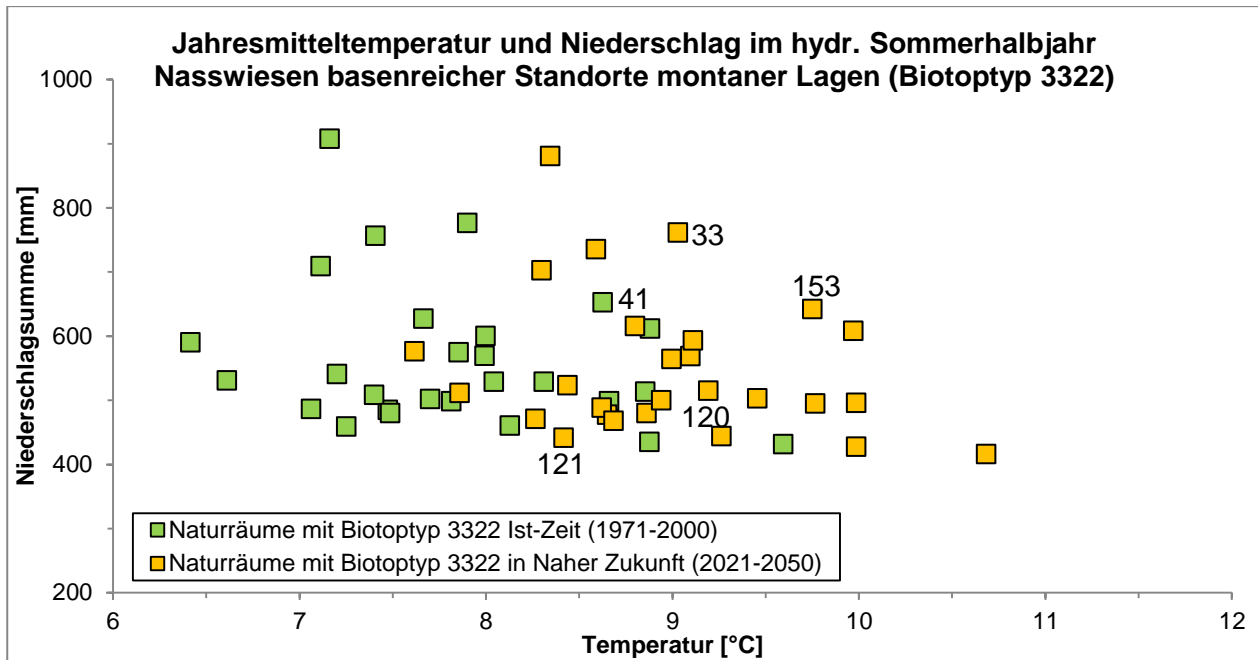


Abbildung 27: Jahresmitteltemperatur und Niederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr für Nasswiesen basenreicher Standorte der montanen Lagen (Biotoptyp 33.22)

Nasswiesen basenreicher Standorte der montanen Lagen (Biotoptyp 33.22) sind – gemäß shape-Datei Biotopkartierung – in Baden-Württemberg in sechs Hauptnaturräumen mit insgesamt ca. 1.159 Hektar Fläche vorhanden. Den größten Flächenanteil besitzt bei den Nasswiesen das Voralpine Hügel- und Moorland, bei den Wacholderheiden die Schwäbische Alb mit mehr als der Hälfte der Gesamtbiotopfläche.

Im Vergleich zur Berechnung der Klimahüllen mit den Jahresniederschlägen zeigt sich beim Parameter „Sommer-Niederschlag“ bei der Situation der Nasswiesen basenreicher Standorte der montanen Lagen ein etwas positiveres Bild. Weiterhin in der Klimahülle verbleiben mit 730,1 Hektar 63 % der Flächen, und 322,8 Hektar (27,8 %) verbleiben im Spektrum der heutigen Parameter. 106,5 Hektar (9,2 %) der Flächen sind in potentiell künftig klimatisch ungeeigneten Naturräumen angesiedelt.

Bei Verwendung des Parameters klimatische Wasserbilanz verbleibt ein sehr großer Anteil der Nasswiesen in der heutigen Klimahülle: 976,7 ha bzw. 84,2 % (Fall A). Dies ist deutlich mehr als bei Verwendung des Parameters „Jahresniederschlag“. Allerdings befinden sich dann nur noch 1 % der Nasswiesen im Bereich des Spektrums der heutigen Parameter (Fall B), womit 14,8 % in Bereichen möglicherweise aus klimatischen Gründen ungeeigneten Naturräumen zu liegen kommen.

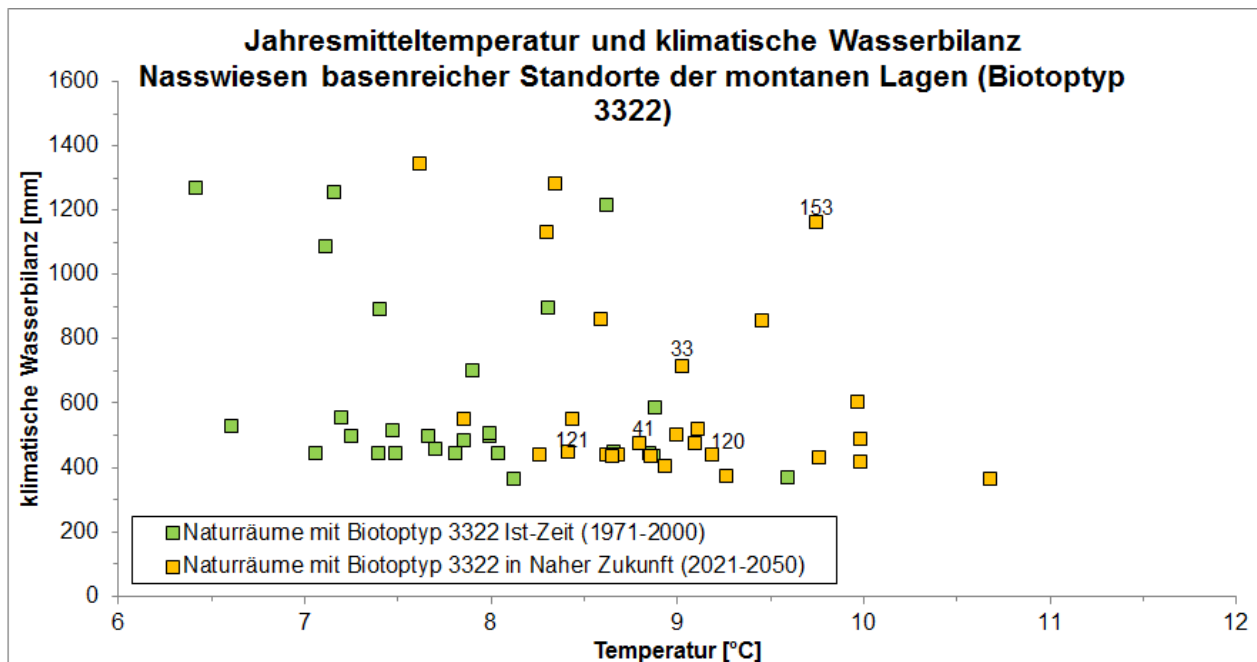


Abbildung 28: Jahresmitteltemperatur und klimatische Wasserbilanz für Nasswiesen basenreicher Standorte der montanen Lagen (Biotoptyp 33.22)

Tabelle 36: Nasswiesen und Wacholderheiden in den Hauptnaturräumen Baden-Württembergs

HNR	Hauptnaturraum	Nasswiesen basenreicher Standorte der montanen Lagen	Wacholderheiden	Gesamt
		Fläche [ha]		
3	Voralpines Hügel- und Moorland	362,3	0,0	362,3
4	Donau-Iller-Lech-Platte	181,1	0,0	181,1
9	Schwäbische Alb	122,6	1103,5	1226,1
10	Schwäbisches Keuper-Lias-Land	31,4	72,5	103,9
11	Fränkisches Keuper-Lias-Land	0,0	40,7	40,7
12	Neckar- und Tauber-Gäuplatten	237,6	233,7	471,3
13	Mainfränkische Platten	0,0	0,9	0,9
15	Schwarzwald	224,4	18,7	243,1
	Gesamt	1.159,4	1470,1	2629,5

6.1.2.9 Klimahüllen für Wacholderheiden

Die Grafik für die Klimahülle bei den Wacholderheiden (Biotoptypnummer 36.30) ergibt, dass in naher Zukunft bei Betrachtung der Jahresniederschlagssummen und der Jahresmitteltemperatur ein großer Teil der Naturräume für diesen Biotoptyp voraussichtlich ungeeignet werden wird. Dies gilt nicht für die darin enthaltene Biotopfläche. So sind vier der fünf Naturräume mit den höchsten Flächenanteilen auch in naher Zukunft in der heutigen Klimahülle angesiedelt. Damit gehen voraussichtlich nur 9,7 % der Biotopfläche an Wacholderheiden (141,7 ha) verloren (Fall C), 7,8 % (114,7) zeigen weiterhin das Spektrum der heutigen Parameter (Fall B) und 82,5 % (1.212,4 ha) bleiben vollständig in der Klimahülle von heute (Fall A).

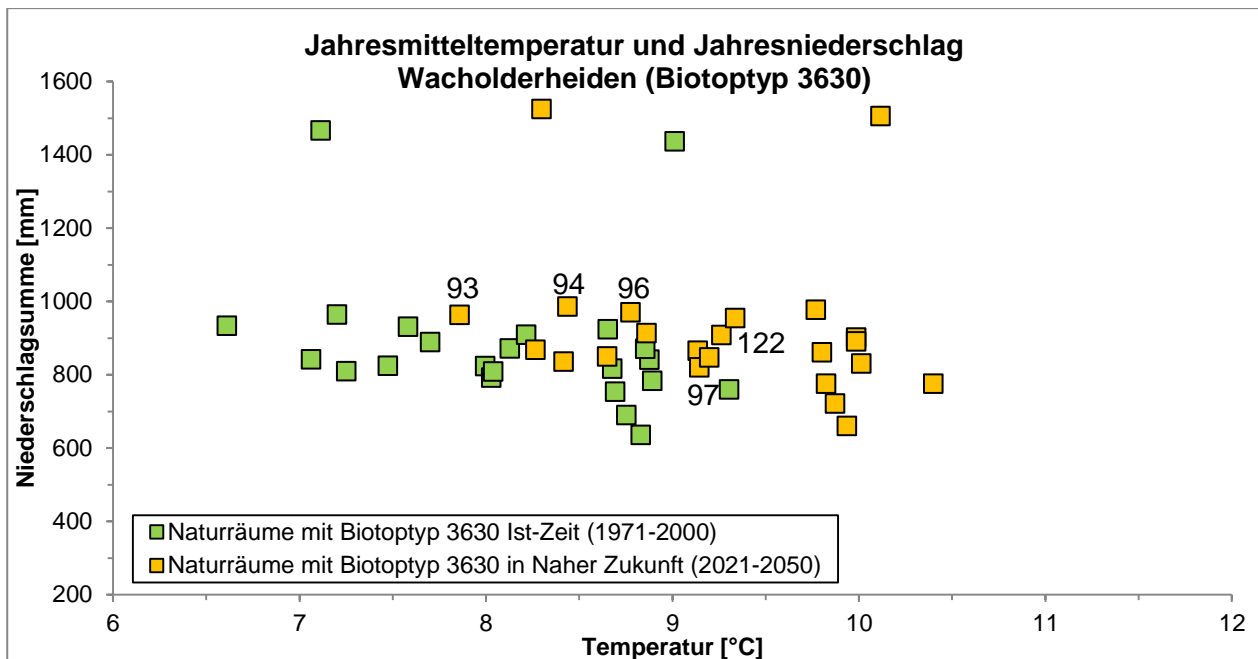


Abbildung 29: Jahresmitteltemperatur und Jahresniederschlag für Wacholderheiden (Biotoptyp 36.30)

Auch bei den Wacholderheiden verbessert sich die Projektion bei Verwendung der Niederschläge im hydrologischen Sommerhalbjahr ein wenig. Mit 1354,2 Hektar werden 92,2 % der Fläche an Wacholderheiden in Baden-Württemberg vom Klimawandel kaum getroffen (Fall A). Die restlichen 7,8 % werden in potentiell ungeeigneten Naturräumen liegen (Fall C).

Tabelle 37: Naturräume mit Wacholderheiden (Biotoptyp 36.30) in naher Zukunft bei Verwendung von Jahresmitteltemperatur, Jahresniederschlag und Sommerniederschlag

NR-Code	Naturraum	Fläche [ha]	Fall Jahres-Niederschlag	Fall Sommer-Niederschlag
96	Albuch und Härtsfeld	243,22	A	A
121	Baar	24,53	A	A
92	Baaralb und Oberes Donautal	14,82	A	A
114	Frankenhöhe	36,42	A	A
93	Hohe Schwabenalb	309,01	A	A
97	Lonetal-Flächenalb	195,48	A	A
113	Mittelfränkisches Becken	4,32	A	A
95	Mittlere Flächenalb	112,33	A	A
94	Mittlere Kuppenalb	228,68	A	A
100	Südwestliches Albvorland	43,59	A	A
122	Obere Gäue	114,70	B	A
128	Bauland	38,32	C	C
106	Filder	2,43	C	C
155	Hochschwarzwald	11,89	C	A
127	Hohenloher-Haller-Ebene	1,03	C	C
126	Kocher-Jagst-Ebenen	4,80	C	A

NR-Code	Naturraum	Fläche [ha]	Fall Jahres-Niederschlag	Fall Sommer-Niederschlag
132	Marktheidenfelder Platte	0,93	C	C
101	Mittleres Albvorland	10,38	C	A
152	Nördlicher Talschwarzwald	6,84	C	C
102	Östliches Albvorland	2,75	C	C
104	Schönbuch und Glemswald	2,15	C	C
108	Schwäbisch-Fränkische Waldberge	9,95	C	C
129	Tauberland	50,28	C	C

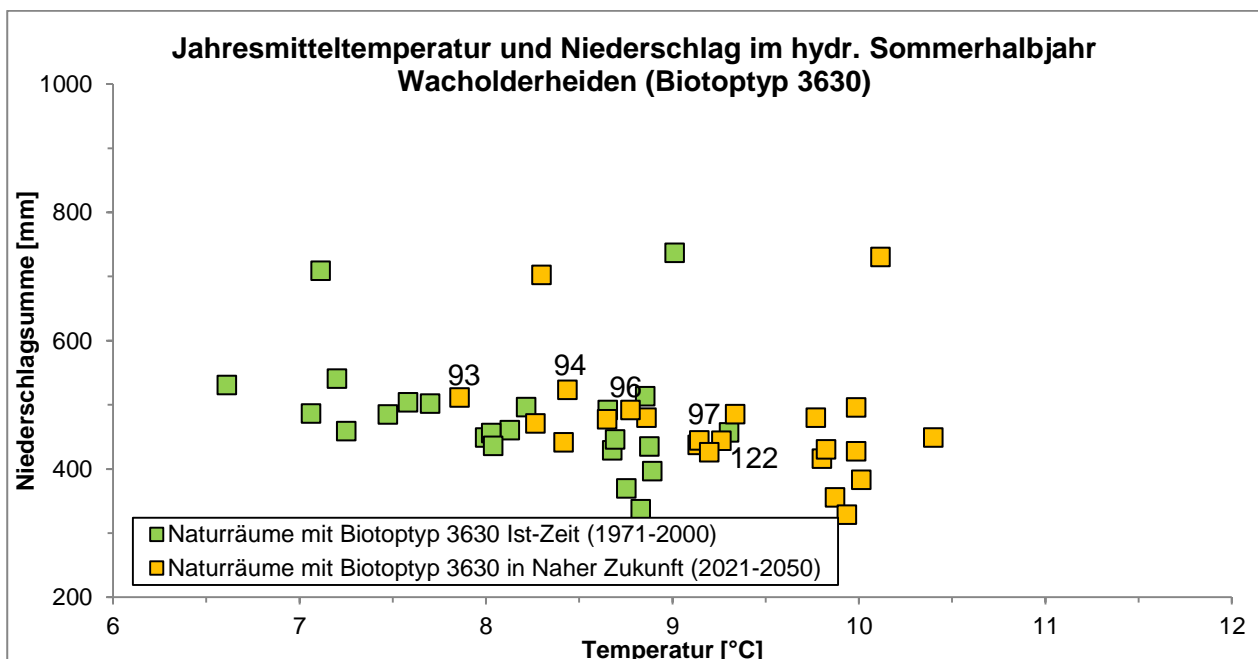


Abbildung 30: Jahresmitteltemperatur und Niederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr für Wacholderheiden (Biotoptyp 36.30)

Bei dieser Einschätzung ist zu beachten, dass die beiden am oberen Rand der Grafiken Abbildung 29 und Abbildung 30 angesiedelten Naturräume (Hochschwarzwald und Nördlicher Talschwarzwald mit je 2 Punkten) mit 11,89 bzw. 6,84 ha nur sehr geringe Anteile an der Gesamtbiotopfläche halten. Betrachtet man diese als „Sonderstandorte“, deren Umweltparameter weit außerhalb der durchschnittlichen Parameter in diesem Naturraum liegen, und zählt die beiden Punkte nicht zu der heutigen Klimahülle der Wacholderheiden hinzu, ergäbe sich ein vollständig anderes Bild. In diesem Fall (Bezug: Sommerniederschlag) fielen weitere sieben Naturräume aus der Klimahülle heraus, darunter die fünf mit den höchsten Flächenanteilen heute. Als Resultat müsste man davon ausgehen, dass dann in der nahen Zukunft nur 10,3 % der Fläche in der heutigen Klimahülle liegen. Ohne genauere Daten zu den Standorten der Wacholderheiden in den beiden genannten Naturräumen kann eine genaue Projektion nicht gestellt werden. Diese Abschätzung des Einflusses einzelner Datenpunkte auf die Gesamt-Projektion zeigt, wie vorsichtig mit Klima-Projektionen umgegangen werden muss.

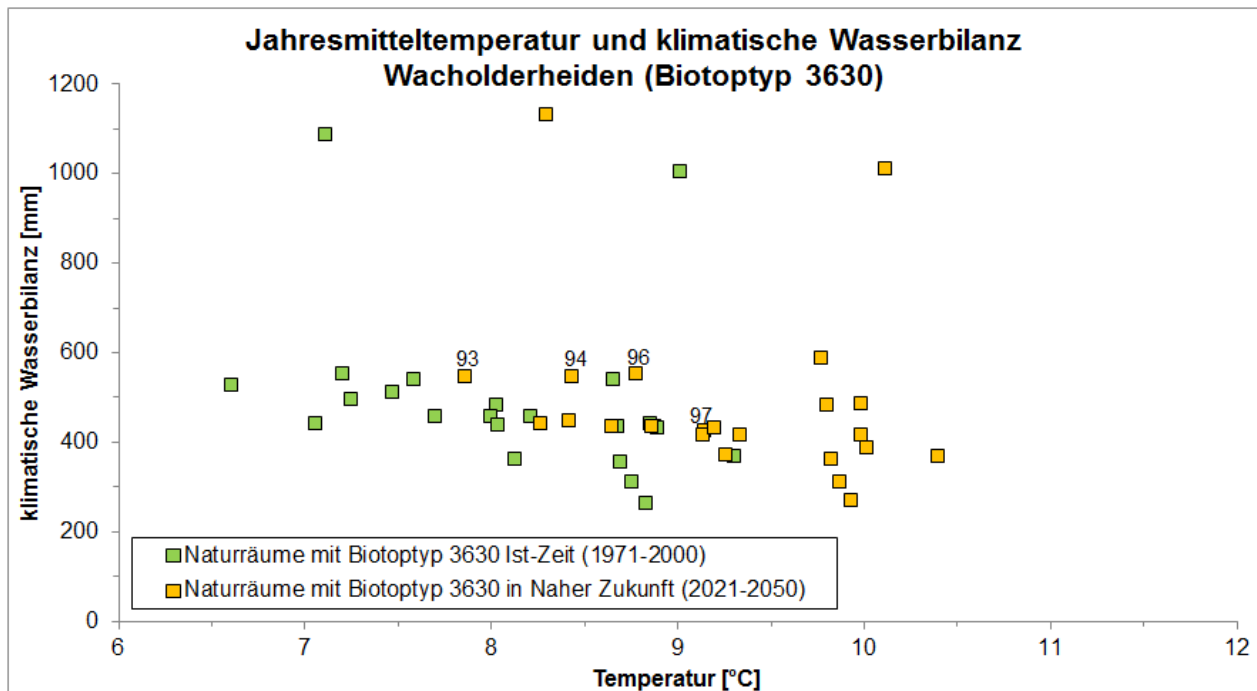


Abbildung 31: Jahresmitteltemperatur und klimatische Wasserbilanz für Wacholderheiden (Biotoptyp 36.30)

Bei Bezug auf die klimatische Wasserbilanz verbleiben 90,3 % der heutigen Flächen im Bereich der Klimahülle (Fall A), 9,7 % der Fläche fällt aus dem Spektrum der heutigen Parameter heraus (Fall C). Fall B (Klimaparameter nicht mehr in der Klimahülle, aber noch im Spektrum der heutigen Parameter) kommt bei Wacholderheiden bei Bezug auf die klimatische Wasserbilanz, im Gegensatz zum Bezug auf den Jahresniederschlag, nicht vor. Die Berechnung der Klimahüllen mit der klimatischen Wasserbilanz ergibt für die Wacholderheiden somit grundsätzlich dieselbe Prognose wie bei Verwendung der Parameter Gesamt-Jahresniederschlag und Niederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr. Die Zahlen sind im Vergleich zu den beiden anderen Berechnungsvarianten nur geringfügig verändert.

6.1.3 Kartographische Darstellung der Zukunftsaussichten ausgewählter Lebensräume in den Naturräumen 4. Ordnung

Die folgenden Abbildungen (32-35) setzen die Analyse der Klimahüllen in naturräumliche Aussagen und Karten um. Wurden in den Grafiken zu den Klimahüllen noch die einzelnen Naturräume durch ein Quadrat in der Grafik symbolisiert, werden hier die drei Bewertungen (Fall A, B, C) je nach Naturraum farbige dargestellt.

Naturräume mit geringen Veränderungen sind grün markiert, mit mittleren gelb und mit hohen Veränderungen rot. Naturräume mit auch in ferner Zukunft noch relativ geringen Veränderungen sind auf Grund ihrer langfristigen Eignung für Schutz- und Wiederherstellungsmaßnahmen besonders geeignet.

Die Vulnerabilität eines Biotops ergibt sich aus der Kombination von Exposition und Sensitivität. Sensitivität ist ein für jeden Biotoptyp charakteristisches Maß, während die Exposition durch den Standort oder die Lage in einem Naturraum bestimmt wird. Als Standortbezug der Biotope wurden die Hauptnaturräume (HNR, Naturräume 3. Ordnung) gewählt. Für die vorliegende Untersuchung

sollten Vorhersagen sowohl für die nahe Zukunft (2021-2050) als auch für die ferne Zukunft (2071-2100) getroffen werden. Die Vorhersagegenauigkeit der Modelle dürfte eine kleinräumigere Differenzierung der Standorte, über die Hauptnaturräume hinaus hin zu Naturräumen 4. Ordnung) zumindest bei Betrachtung der fernen Zukunft nicht erlauben. Die verwendeten Klimadaten lagen als Punkte in einem 25x25-Kilometer-Raster vor. Für die meisten Hauptnaturräume waren damit mehrere Punkte vorhanden. Zur Mittelung der Klimadaten pro Hauptnaturraum wurde der Median dieser Punkte gewählt. Hauptnaturräumen, in deren Grenzen kein Datenpunkt vorhanden war, wurde der jeweils nächste Datenpunkt zugeordnet. Dies war bei den „Mainfränkische Platten“ und dem „Fränkischen Keuper-Lias-Land“ der Fall. Bei geteilten Hauptnaturräumen zählten die Teilflächen zusammen, d. h. die in einer beliebigen Teilfläche gelegenen Datenpunkte wurden bei allen Teilflächen berücksichtigt.

Von den Klimadaten zur Berechnung der Exposition wurde die Jahresmitteltemperatur verwendet (temperaturelementweise_perzentile\25x25\temp_25x25_gesamt_perzentile_mean-elementweise_mean_gc.txt). Nach der Medianbildung dieser Daten wurden die Differenzen zwischen den modellierten Temperaturwerten in naher und ferner Zukunft (p50nah, p50fern) und dem Ist-Zustand (p50) gebildet, wobei sich stets positive Differenzen ergaben, d. h. in allen Hauptnaturräumen ist eine Temperaturerhöhung zu verzeichnen. Durch seine Lage in einem Hauptnaturraum kann anschließend jedem Biotop ein Wert für die Exposition in naher und ferner Zukunft zugewiesen werden. Die Einstufung der Sensitivität der Biotoptypen leitet sich letztlich aus den Einstufungen von Petermann et al. (2007) ab.

Für die Einstufung der Exposition wurde eine Analyse der Häufigkeitsverteilung der Differenzwerte zum künftigen Klima erstellt und die voraussichtliche Änderung der Jahresmitteltemperaturen in drei Stufen eingeteilt (gering: bis 2,0 Grad, mittel: bis 3,0 Grad, hoch: höher 3,0 Grad Änderung der Jahresmitteltemperaturen). Zwischenwerte ergeben sich durch die Medianbildung für mehrere 25*25-km-Projektionspunkte. Die folgende Matrix stellt die Bewertungsstufen, ihre numerischen Werte und die Einstufungen der Vulnerabilität (inkl. Zahlenwerte) (siehe Tabelle 38, Tabelle 16) dar. Analog zum obigen Vorgehen wurde auch für die 85 %-Perzentile eine Auswertung erstellt (vgl. Abbildung 11 und Abbildung 12). Dies stellt das „worst-case-Szenario“ aus der Ensemble-Betrachtung der LUBW (2012) dar: Hierbei werden die 85 %-Perzentile der projizierten Temperaturwerte der nahen und fernen Zukunft (p85nah, p85fern) mit dem Ist-Zustand (p50) verglichen. Auch hierbei ergeben sich stets positive Differenzen, d. h. in allen Hauptnaturräumen ist eine Temperaturerhöhung zu verzeichnen.

Tabelle 38: Vulnerabilität der Biotope als Funktion von Sensitivität und Exposition: Zahlenwerte

Die Vulnerabilität eines Biotops ergibt sich aus einer Bewertungsmatrix von Sensitivität und Exposition, die in der folgenden Tabelle dargestellt ist. Die textliche Entsprechung ist in Tabelle 16 dargestellt.

Sensitivität	Exposition_dT				
	1: gering	1,5: gering-mittel	2: mittel	2,5: mittel-hoch	3: hoch
1 gering	2	2,5	3	3,5	4
1,5 gering-mittel	2,5	3	3,5	4	4,5
2 mittel	3	3,5	4	4,5	5
2,5 mittel-hoch	3,5	4	4,5	5	5,5
3 hoch	4	4,5	5	5,5	6

Große Veränderungen werden sich für Niedermoorstandorte voraussichtlich im Bereich des Nördlichen, Mittleren und Südlichen Oberrhein-Tieflandes ergeben. In den Naturräumen Hoch- und Grinden-Schwarzwald und in weiten Teilen des Voralpinen Hügel- und Moorlandes sowie der Donau-Iller-Lech-Platte bzw. im Alpenvorland werden sich vergleichsweise geringe Veränderungen ergeben, da diese Niedermoor-Flächen voraussichtlich in der Klimahülle der derzeitigen Bedingungen (Jahres-Mitteltemperatur und -Niederschlagssumme) verbleiben werden. Die abweichende Einschätzung von kleinflächigen Naturräumen wie der Baar (mittlere Veränderung, im Umfeld jedoch geringe) könnte auch an der Methodik (Extrapolation von einem Klima-Projektionspunkt auf einen Raum) liegen. Die Naturräume mit relativ geringen Veränderungen machen insgesamt einen Anteil von fast 75 % an den heutigen Flächen der Niedermoorstandorte aus.

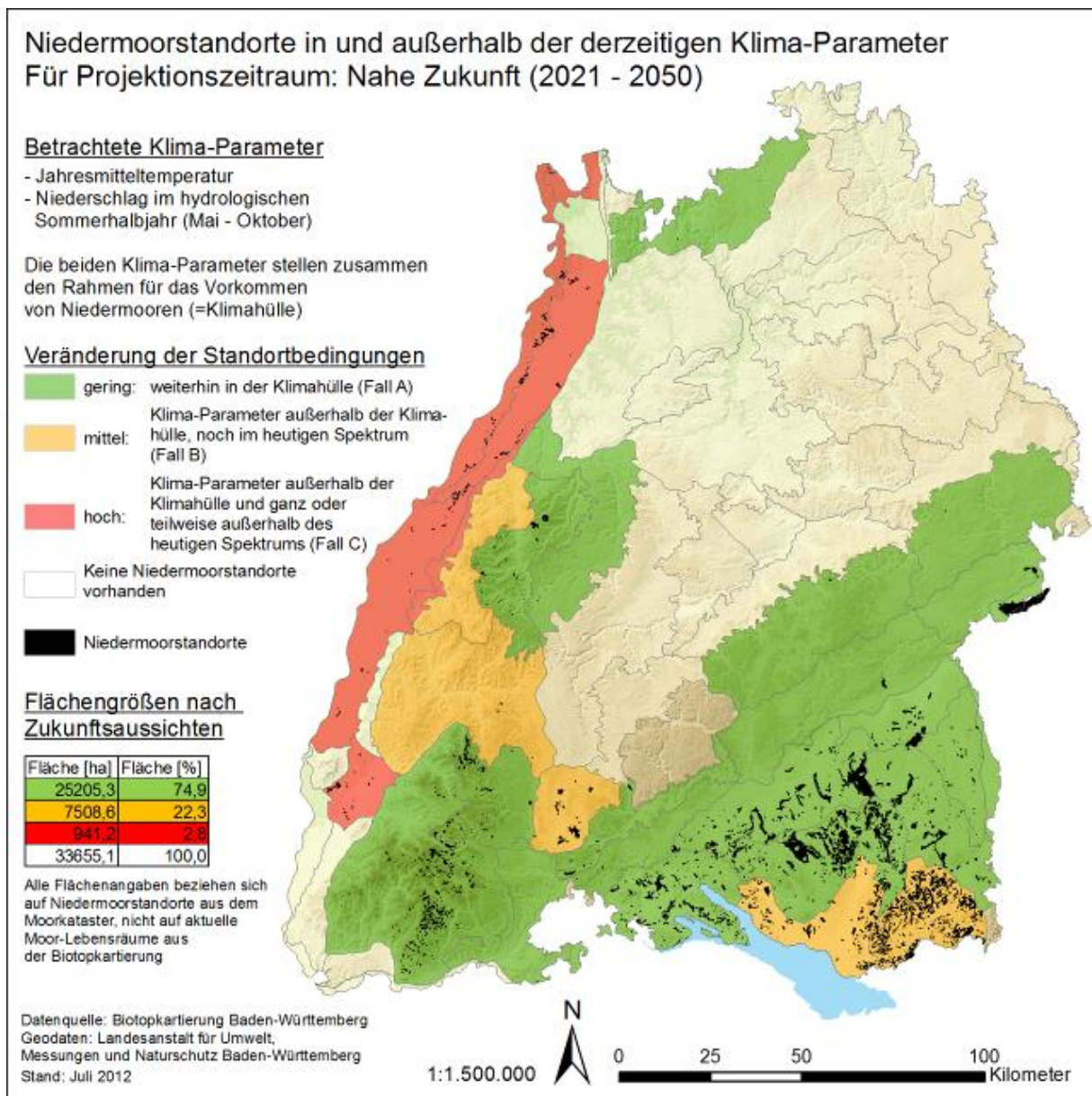


Abbildung 32: Veränderung der Standortbedingungen gemäß Klimahülle für Niedermoor-Standorte
Bezug nahe Zukunft: Mediane (50 %-Perzentil, p50-Werte) Datenquelle: Flächen nach Moor-Kataster LUBW, Stand 16.07.2012

Die Zukunftsaussichten der Hochmoorflächen in naher Zukunft variieren zwischen den einzelnen Naturräumen. In den Höhenlagen des Schwarzwaldes sind in naher Zukunft geringe Veränderungen für die Standorte zu erwarten, teilweise auch im Alpenvorland. In einigen Naturräumen dürften jedoch laut den Klima-Projektionen die Hochmoor-Standorte außerhalb der derzeitigen Klimahülle zu liegen kommen und daher starke Veränderungen erfahren. Dies kann zu deutlichen Veränderungen in der bisherigen Artenzusammensetzung führen. Die Zukunftsaussichten der Hochmoorstandorte stellen sich somit ungünstiger dar als die der Niedermoorstandorte.

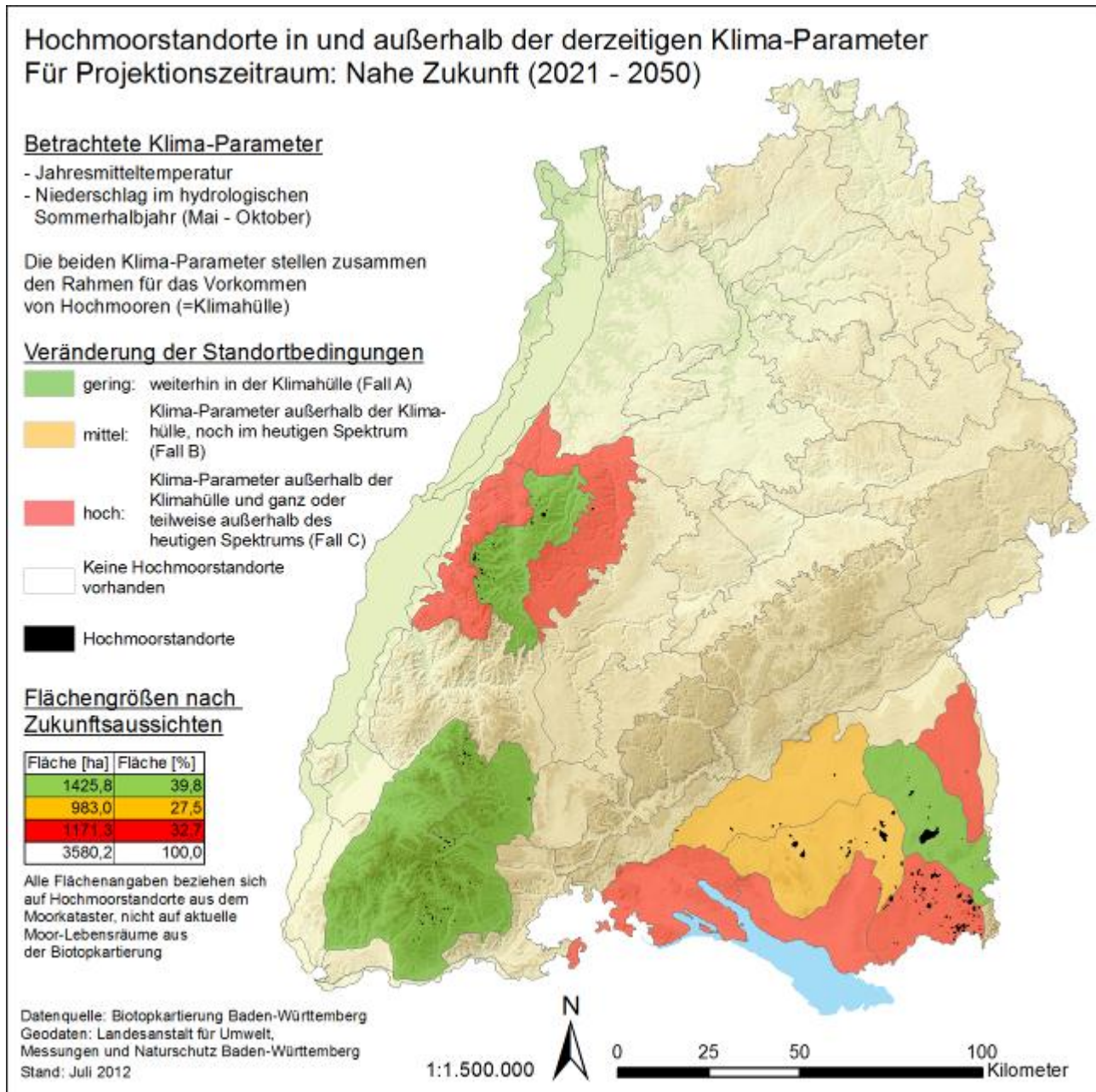


Abbildung 33: Veränderung der Standortbedingungen gemäß Klimahülle für Hochmoor-Standorte

Bezug nahe Zukunft: Mediane (50 %-Perzentil, p50-Werte) Datenquelle: Flächen nach Moor-Kataster LUBW, Stand 16.07.2012

Nasswiesen basenreicher Standorte werden in Zukunft vermutlich vor allem im südlichen Teil Baden-Württembergs geringe Veränderungen erfahren. Hier befinden sich 63 % der heutigen Flächen dieses Biotoptyps. Für Nasswiesen, v. a. in den zentralen und nördlichen Bereichen des Landes, werden sich in naher Zukunft mittlere bis deutliche Veränderungen ergeben, da die Klimaparameter Temperatur und Niederschlag voraussichtlich außerhalb der derzeitigen Bedingungen zu liegen kommen. Mit verstärkten Veränderungen in der Artenzusammensetzung dieser Lebensräume ist daher in diesen Naturräumen zu rechnen.

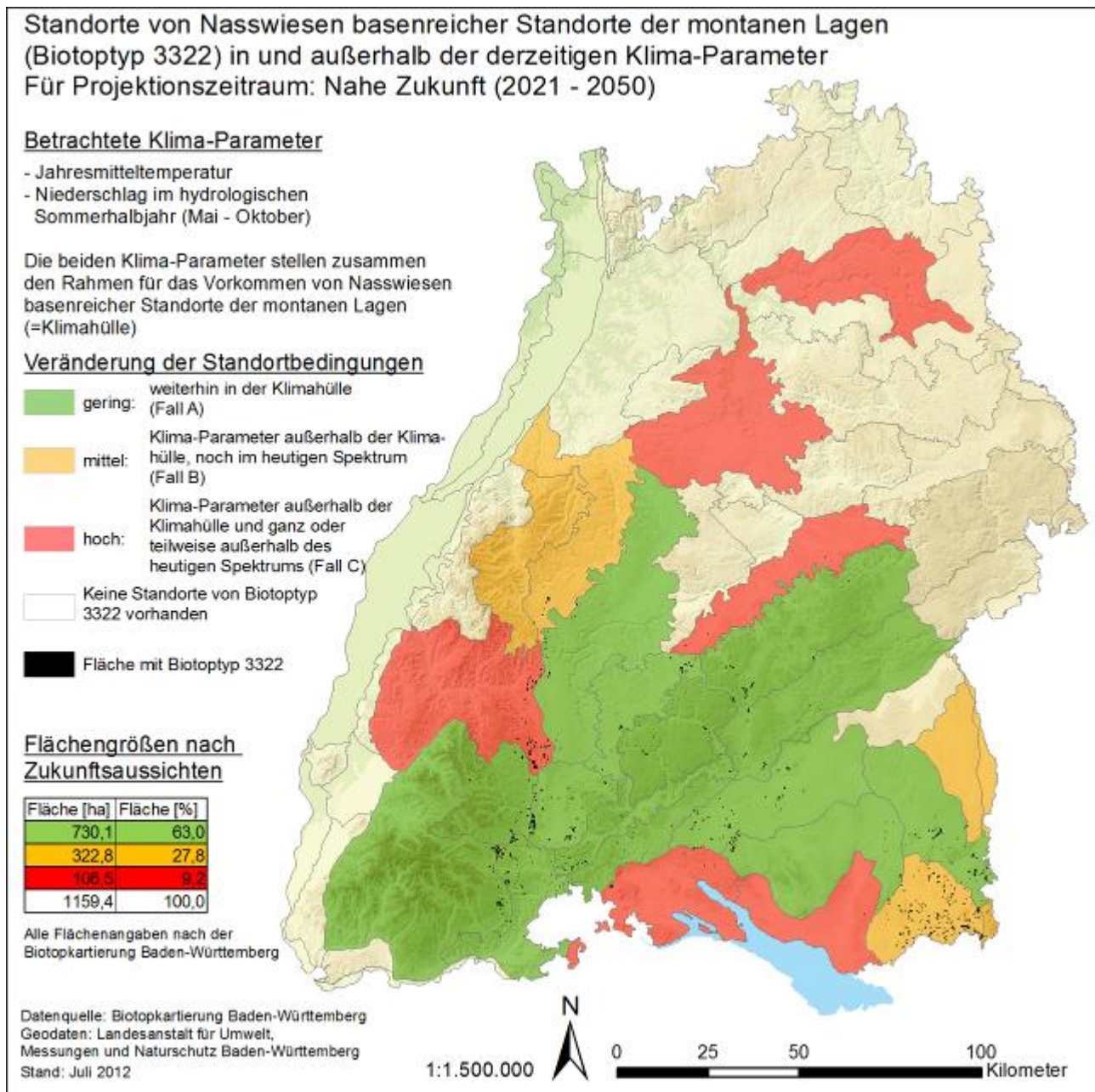


Abbildung 34: Veränderung der Standortbedingungen gemäß Klimahülle für Nasswiesen basenreicher Standorte der montanen Lagen (Biotoptyp 33.22)

Bezug nahe Zukunft: Mediane (50 %-Perzentil, p50-Werte) Datenquelle: Flächen nach Biotopkartierung LUBW, Stand 16.07.2012

Wacholderheiden werden in naher Zukunft voraussichtlich im Bereich der gesamten Schwäbischen Alb vergleichsweise geringe klimatische Veränderungen erfahren, was den weitaus größten Teil der heutigen Flächen ausmacht (> 92 %). Im Nordosten Baden-Württembergs werden in Zukunft voraussichtlich starke Veränderungen auftreten, was die klimatischen Rahmenbedingungen für diesen Biototyp voraussichtlich ungünstiger werden lässt.

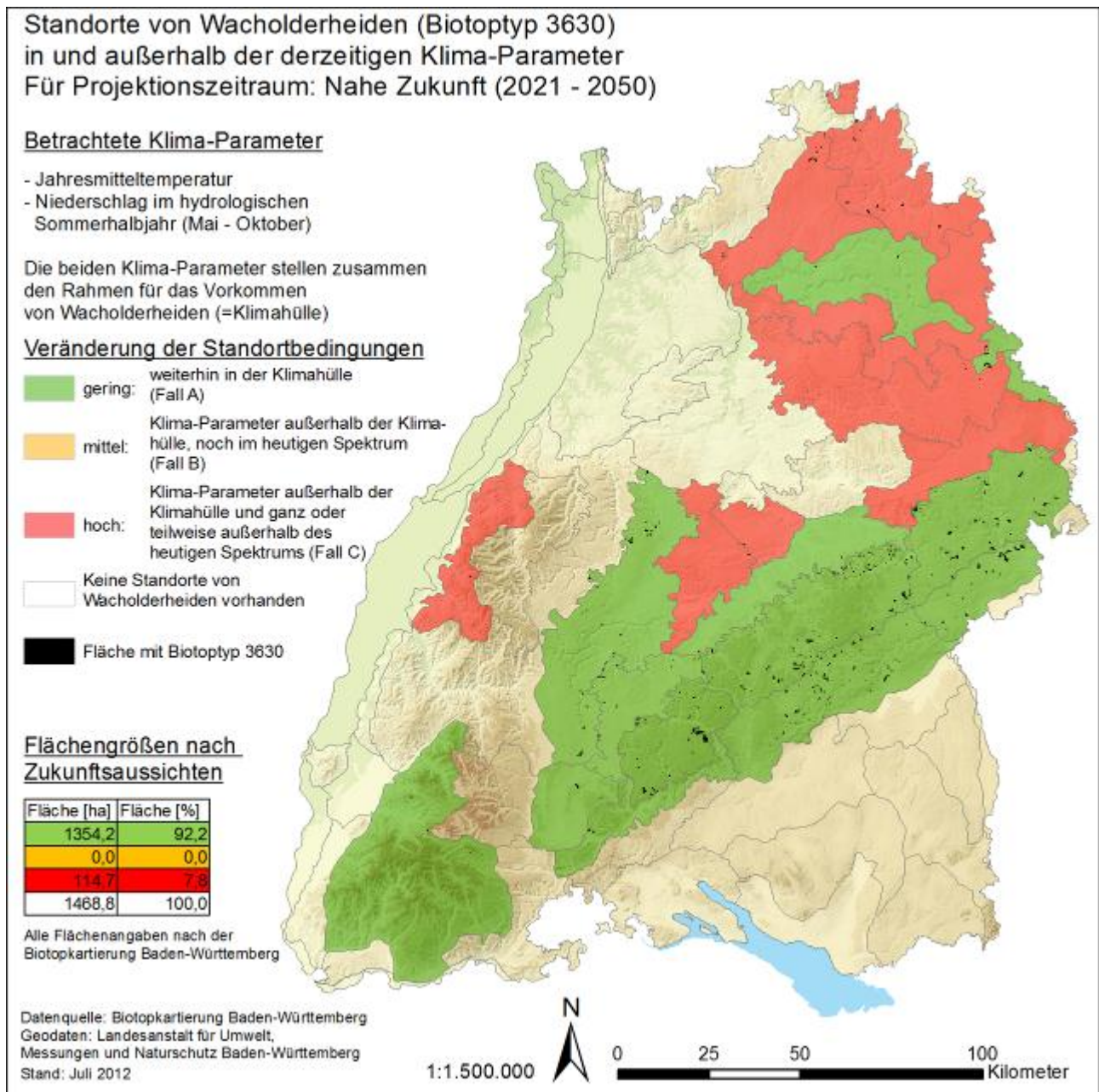


Abbildung 35: Veränderung der Standortbedingungen gemäß Klimahülle für Wacholderheiden (Biototyp 36.30)

Bezug nahe Zukunft: Mediane (50 %-Perzentil, p50-Werte) Datenquelle: Flächen nach Biotopkartierung LUBW, Stand 16.07.2012

6.2 Vulnerabilität der Biotop-Haupttypen

6.2.1 Vorgehensweise zur Erstellung

Grundsätzlich ist bei der Ableitung von Projektionen und der Entwicklung von Maßnahmen (sowie dem Vergleich mit den Klimahüllen) an dieser Stelle zu beachten, dass hier ausschließlich der Wirkfaktor Mitteltemperatur betrachtet wurde. In Realität wirken sich Änderungen der meteorologischen Parameter über komplexes Gefüge unterschiedlicher Größen und deren Interaktionen auf Biotope aus. Die hier dargestellten Vulnerabilitäten können sich dadurch sowohl noch verstärken als auch abschwächen.

Tabelle 39: Biotop-Haupttypen in Baden-Württemberg

Code	Biotop-Haupttypen
1	Altarme, natürliche und naturnahe Bereiche stehender Binnengewässer einschließlich ihrer Ufer (einschließlich des Bodensees), Moorgewässer
2	Feldhecken, Feldgehölze
3	Felsbildungen, Block-, Schutt- und Geröllhalden, Höhlen, Dolinen, Binnendünen, Lehm- und Lösswände
4	Gebüsche und naturnahe Wälder trockenwarmer Standorte jeweils einschließlich ihrer Staudensäume
5	Hohlwege, Trockenmauern, Steinriegel
6	Moore, Sümpfe, Röhrichtbestände, Riede, Gewässervegetation
7	Naturnahe Bruch-, Sumpf-, Auwälder
8	Naturnahe Schlucht-, Blockhalden- und Hangschuttwälder, regional seltene naturnahe Waldgesellschaften
9	Nicht geschützte Biotope
10	Quellbereiche, natürliche und naturnahe Bereiche fließender Binnengewässer einschließlich ihrer Ufer, regelmäßig überschwemmte Bereiche
11	Streuwiesen, seggen- und binsenreiche Nasswiesen
12	Strukturreiche Waldränder
13	Tobel und Klingen im Wald, Kare und Toteislöcher im Wald mit naturnaher Begleitvegetation
14	Trocken- und Magerrasen, Wacholder- Zwergstrauch- und Ginsterheiden jeweils einschließlich ihrer Staudensäume
15	Wälder als Reste historischer Bewirtschaftungsformen mit naturnaher Begleitvegetation

Quelle: Begriffe in shape-Datei Biotopkartierung

6.2.2 Mitteltemperaturen und Jahresniederschlagssummen in den Hauptnaturräumen

In Tabelle 40 sind die Mitteltemperaturen und Jahresniederschlagssummen in den Hauptnaturräumen Baden-Württembergs in der Ist-Zeit und in Zukunft dargestellt (Daten LUBW 2012, Punktdaten in 25x25 km-Raster). Einem Hauptnaturraum wurden alle in ihm liegenden Punkte zugewiesen, Hauptnaturräumen ohne Datenpunkt erhielten die Daten des jeweils nächsten Punktes. Lagen mehrere Punkte in einem Hauptnaturraum, wurde aus diesen der Mittelwert gebildet und dem Hauptnaturraum zugewiesen. Für die Mittelwertbildung wurde Median als robustes Maß gewählt.

Die höchste Mitteltemperatur weist heute das Nördliche Oberrhein-Tiefland mit 10,2 °C auf, den niedrigsten Wert zeigt die Schwäbische Alb mit 7,5 °C. Der Jahresniederschlag variiert zwischen 787 mm (Nördliches Oberrhein-Tiefland) und 1.523 mm (Hochrheingebiet).

In naher Zukunft werden sich die Temperaturwerte auf 8,8 bis 11,4 °C, in ferner Zukunft auf 11,0 bis 13,1 °C erhöhen. Die Hauptnaturräume mit den höchsten bzw. niedrigsten Werten bleiben dabei dieselben. Die stärksten Temperaturveränderungen zwischen heute und der fernen Zukunft finden mit +3,4 °C in der schwäbischen Alb statt, am wenigsten verändert sich das südliche Oberrhein-Tiefland mit +2,7 °C (siehe Tabelle 41).

Der Niederschlag erhöht sich in naher Zukunft auf 824 bis 1.540 mm, in ferner Zukunft auf 853 bis 1.542 mm. Auffallend ist dabei vor allem der Schwarzwald, der in naher Zukunft +37 mm an Niederschlag gewinnt, in ferner Zukunft jedoch -25 mm verliert. Mit +19 mm weist das Hochrheingebiet die geringste und das voralpine Hügel- und Moorland mit +235 mm die stärkste Veränderung bis in ferne Zukunft auf.

Tabelle 40: Zukünftige Mitteltemperaturen und Jahresniederschlagssummen in den Hauptnaturräumen Baden-Württembergs: absolute Werte

HNR	Hauptnaturraum	Mitteltemperatur			Jahresniederschlag		
		Ist-Zeit	nahe Zukunft	ferne Zukunft	Ist-Zeit	nahe Zukunft	ferne Zukunft
3	Voralpines Hügel- und Moorland	8,1	9,5	11,4	970	1.026	1.205
4	Donau-Iller-Lech-Platte	7,8	9,1	11,2	822	864	1.014
9	Schwäbische Alb	7,5	8,8	11,0	934	963	1.047
10	Schwäbisches Keuper-Lias-Land	8,5	9,6	11,5	935	994	1.048
11	Fränkisches Keuper-Lias-Land	8,1	9,3	11,1	929	957	1.050
12	Neckar- und Tauber-Gäuplatten	8,8	9,9	11,9	894	949	981
13	Mainfränkische Platten	9,0	10,0	12,0	787	824	853
14	Odenwald, Spessart und Südrhön	9,1	10,2	12,1	986	1.070	1.078
15	Schwarzwald	7,8	9,2	11,0	1.503	1.540	1.478
16	Hochrheingebiet	8,6	9,9	11,7	1.523	1.525	1.542
20	Südliches Oberrhein-Tiefland	9,2	10,5	12,0	1.224	1.305	1.424
21	Mittleres Oberrhein-Tiefland	9,9	11,2	13,0	1.010	1.072	1.118
22	Nördliches Oberrhein-Tiefland	10,2	11,4	13,1	786	829	860

Tabelle 41: Zukünftige Mitteltemperaturen und Jahresniederschlagssummen in den Hauptnaturräumen Baden-Württembergs: Differenzen zur Ist-Zeit

HNR	Hauptnaturraum	Ist-Zeit	Differenz (°C) zu		Ist-Zeit	Differenz (mm) zu	
			nahe Zukunft	ferne Zukunft		nahe Zukunft	ferne Zukunft
3	Voralpines Hügel- und Moorland	8,1	1,3	3,3	970	56	235
4	Donau-Iller-Lech-Platte	7,8	1,2	3,3	822	42	192
9	Schwäbische Alb	7,5	1,3	3,4	934	29	114
10	Schwäbisches Keuper-Lias-Land	8,5	1,1	3,0	935	58	113
11	Fränkisches Keuper-Lias-Land	8,1	1,2	3,0	929	29	122
12	Neckar- und Tauber-Gäuplatten	8,8	1,1	3,0	894	55	87
13	Mainfränkische Platten	9,0	1,0	3,0	787	37	66
14	Odenwald, Spessart und Südrhön	9,1	1,1	3,0	986	84	92
15	Schwarzwald	7,8	1,4	3,2	1.503	37	-25
16	Hochrheingebiet	8,6	1,3	3,1	1.523	2	19
20	Südliches Oberrhein-Tiefland	9,2	1,2	2,7	1.224	81	200
21	Mittleres Oberrhein-Tiefland	9,9	1,3	3,2	1.010	62	108
22	Nördliches Oberrhein-Tiefland	10,2	1,2	2,9	786	44	75

Die Differenz der Jahresmitteltemperatur zum Ist-Zustand ist in der nahen Zukunft im Hauptnaturraum Schwarzwald mit 1,4 °C am höchsten und in den Mainfränkischen Platten mit 1,0 °C am niedrigsten.

Die Differenz der Jahresmitteltemperatur zum Ist-Zustand ist in der fernen Zukunft im Hauptnaturraum Schwäbische Alb mit 3,4 °C am höchsten und im südlichen Oberrhein-Tiefland mit 2,7 °C vergleichsweise am niedrigsten.

Für die Bewertung der Exposition in drei Stufen (gering, mittel, hoch) wurde eine Analyse der Häufigkeitsverteilung der Differenzwerte zum künftigen Klima erstellt. Basis waren die 25*25 km Rasterpunkte, die in Baden-Württemberg liegen. Die voraussichtliche Änderung der Jahresmitteltemperaturen wurde in Form eines Histogramms dargestellt (siehe Abbildung 36 auf der folgenden Seite). Das Histogramm zeigt zwei Häufigkeitsgipfel. Nahe und ferne Zukunft unterscheiden sich deutlich in der Häufigkeitsverteilung der Temperaturdifferenzen zum Ist-Zustand, da die Mitteltemperaturen um ein bzw. drei Grad steigen werden.

Daher wurden die Temperaturdifferenzen in drei Stufen eingeteilt (geringe Änderung: bis 2,0 Grad Temperaturdifferenz der Jahresmitteltemperatur, mittel: bis 3,0 Grad, hoch: größer 3,0 Grad).

In Tabelle 38 ergeben sich Zwischenwerte durch die Medianbildung für mehrere 25*25-km-Projektionspunkte pro Naturraum. Tabelle 42 stellt die Auswertung und die davon abgeleiteten Bewertungsstufen dar.

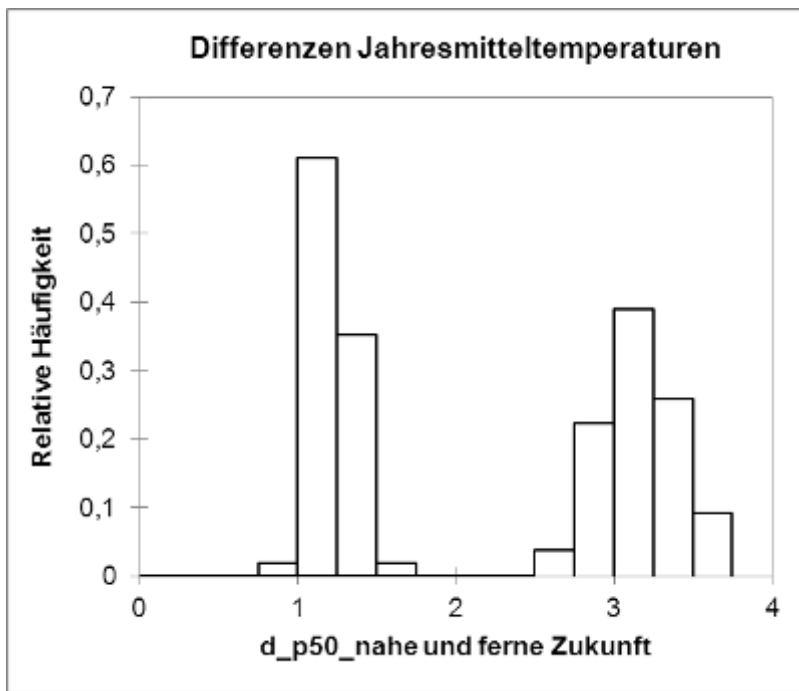


Abbildung 36: Histogramm der Differenzen der Jahresmitteltemperaturen für nahe und ferne Zukunft zum Ist-Zustand

Der linke Häufigkeitsgipfel stammt aus der nahen Zukunft, der rechte aus der fernen. Durch die gewählte Klasseneinteilung wird die Temperaturänderung aller Hauptnaturräume in der nahen Zukunft als gering bewertet. In der fernen Zukunft ergeben sich Temperaturänderungen, die als mittel und hoch bewertet wurden.

Tabelle 42: Einstufungen der Exposition je nach Temperatur-Differenz

Häufigkeit: Anzahl Rasterpunkte

Untergrenze Temp.-Differenz	Obergrenze Temp.-Differenz	Häufigkeit	Bewertung
0,0	0,5	0	sehr geringe Änderung
0,5	1,0	1	geringe Änderung
1,0	1,5	52	geringe Änderung
1,5	2,0	1	geringe Änderung
2,0	2,5	0	mittel; deutliche Änderung
2,5	3,0	14	mittel; deutliche Änderung
3,0	3,5	35	hohe Änderung
3,5	4,0	5	hohe Änderung

6.2.3 Vulnerabilitätseinschätzung für Biotop-Haupttypen je nach Hauptnaturraum

Durch die unterschiedliche Exposition stellt sich die Situation in den einzelnen Hauptnaturräumen differenziert dar (siehe Abbildung 37 bis Abbildung 61; Bezug Mediane = p50-Werte).

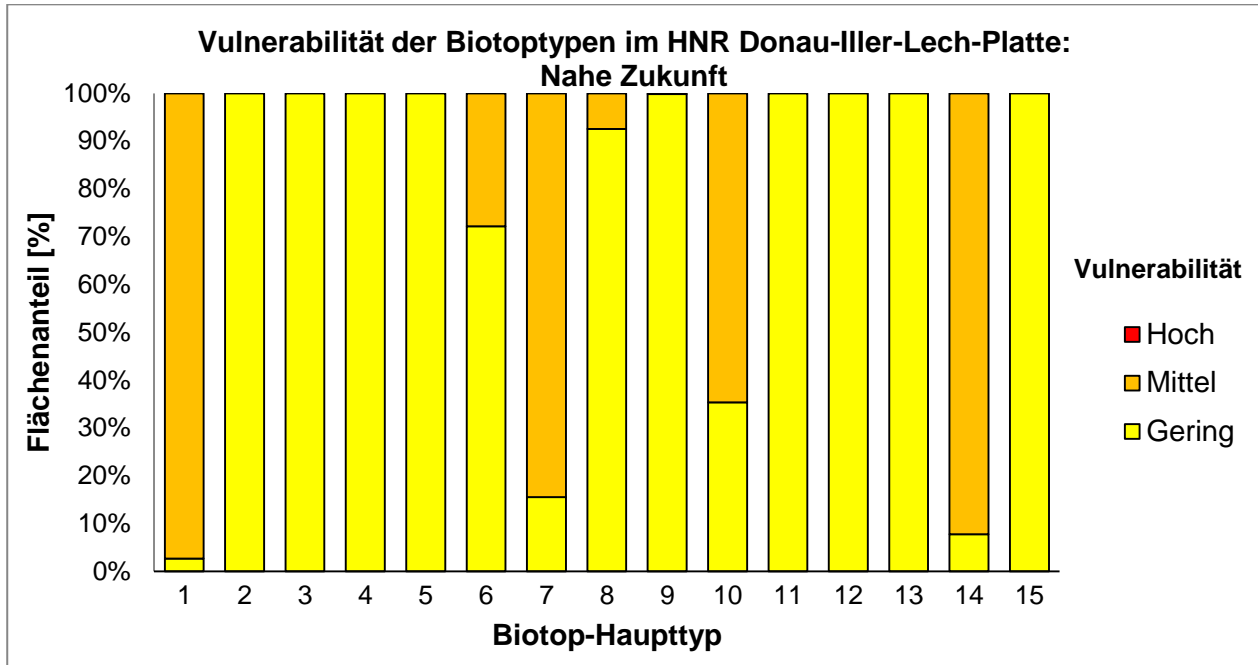


Abbildung 37: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Donau-Iller-Lech-Platte

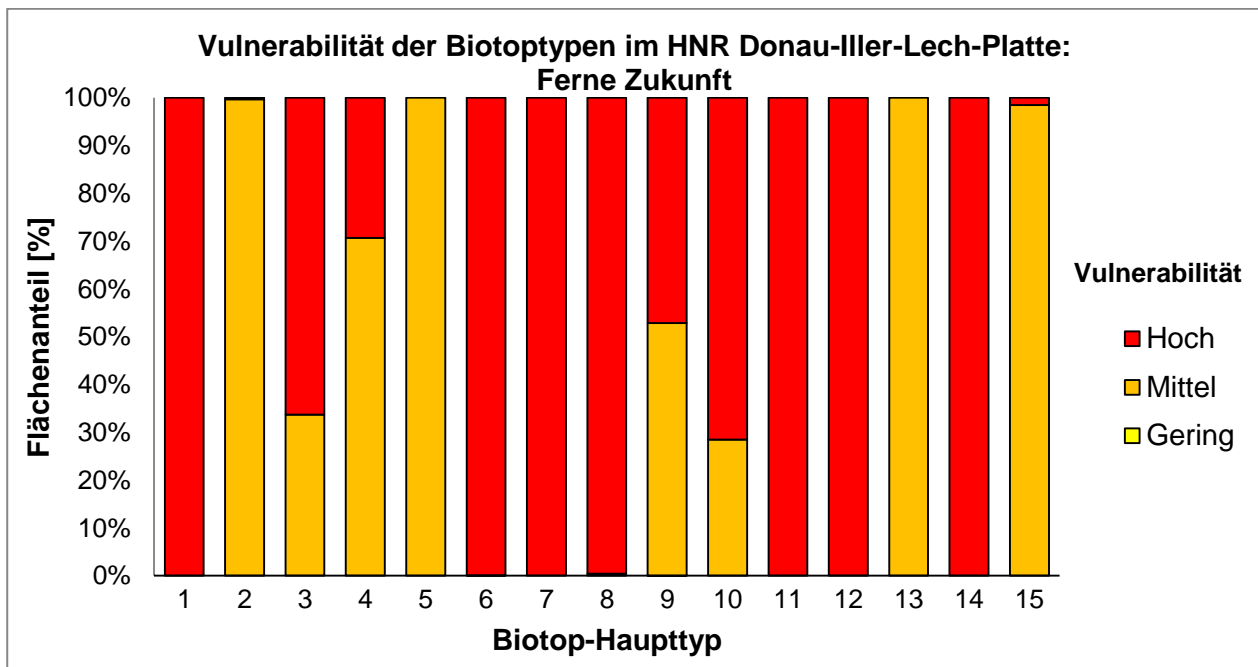


Abbildung 38: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Donau-Iller-Lech-Platte

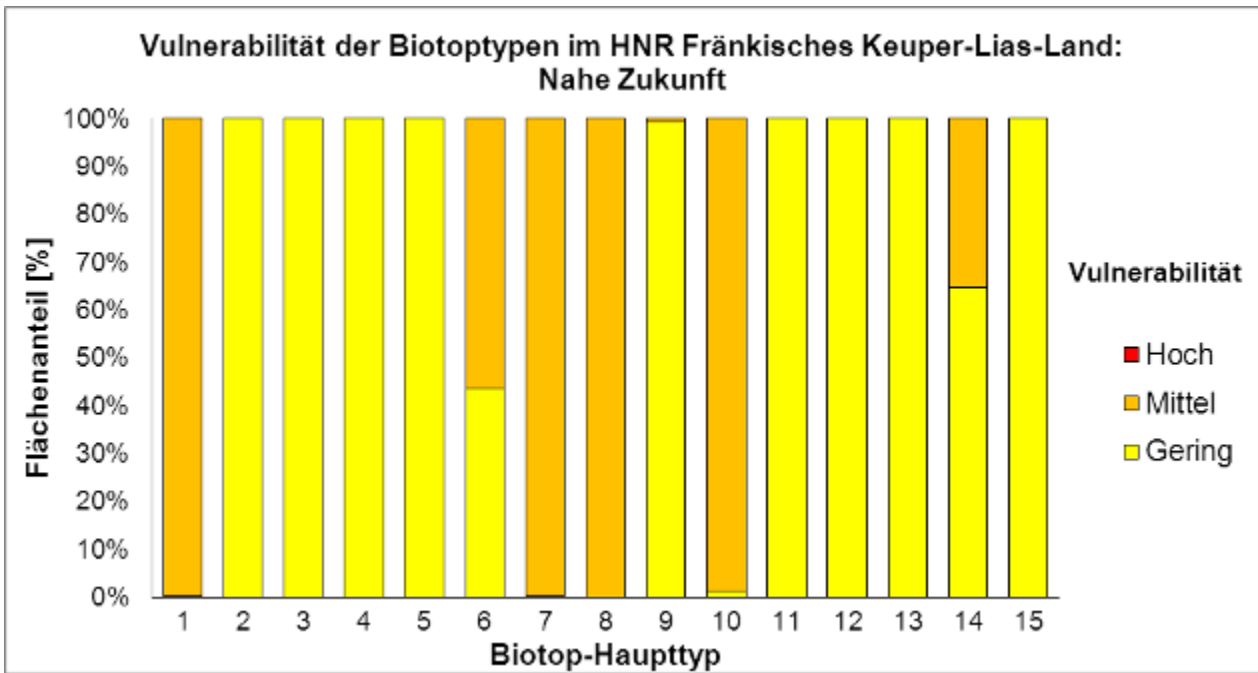


Abbildung 39: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturreaum Fränkisches Keuper-Lias-Land

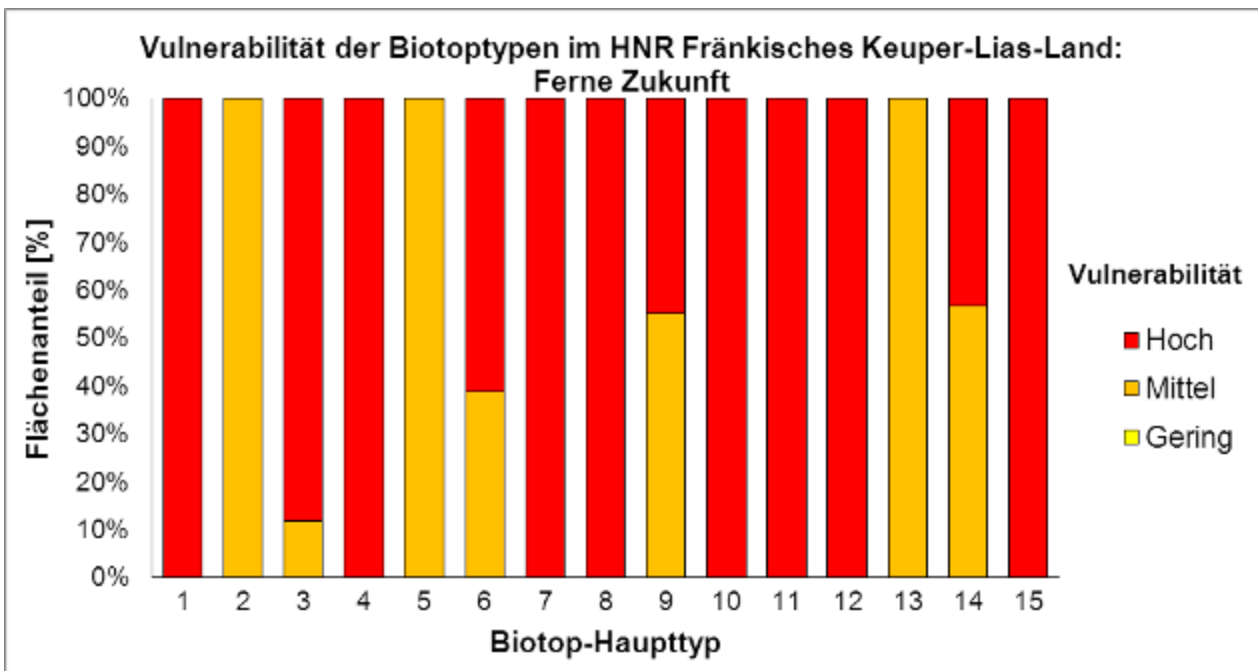


Abbildung 40: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturreaum Fränkisches Keuper-Lias-Land

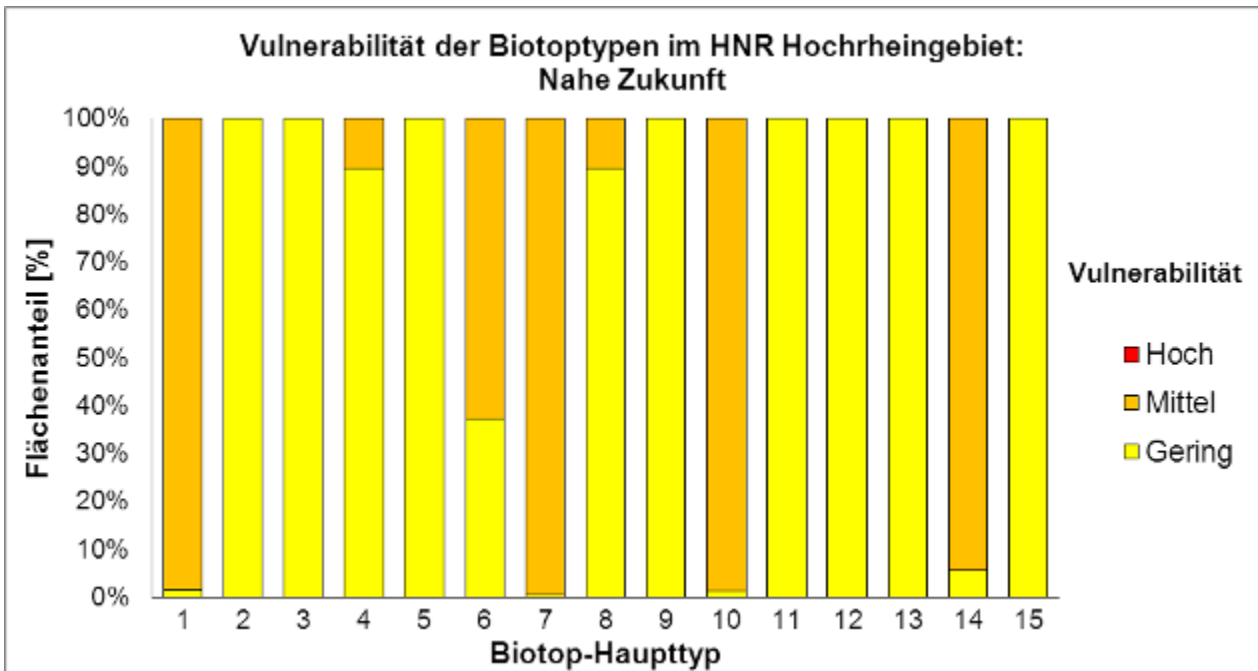


Abbildung 41: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturreaum Hochrheingebiet

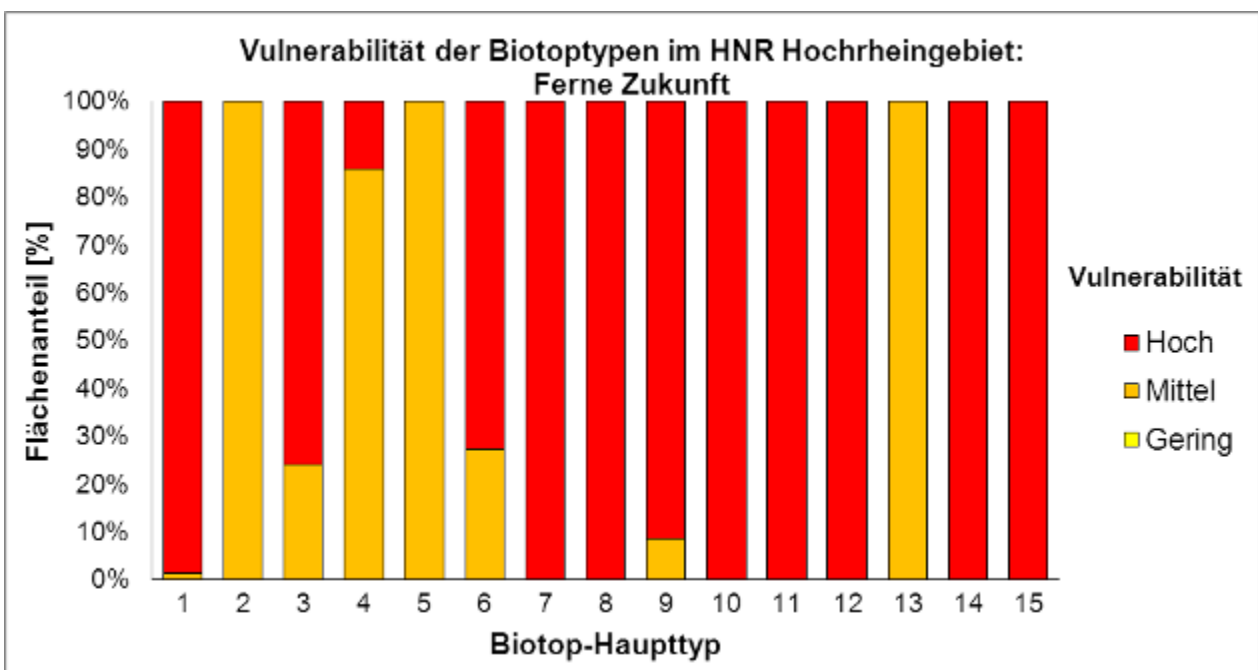


Abbildung 42: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturreaum Hochrheingebiet

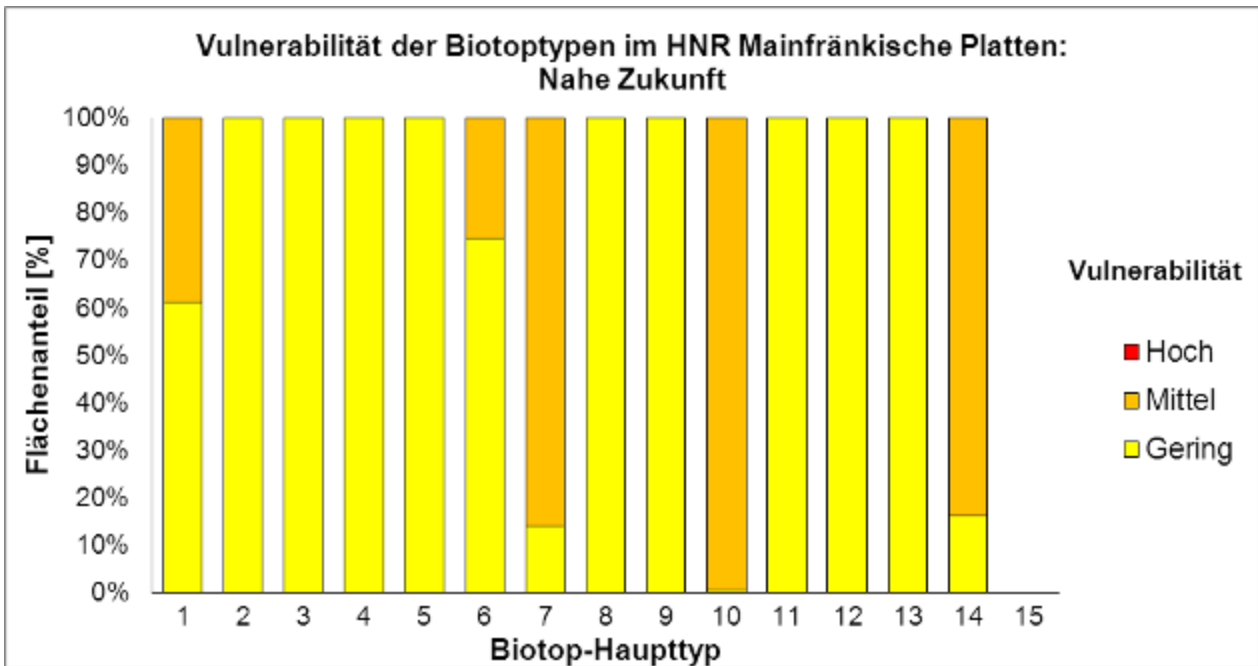


Abbildung 43: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturreaum Mainfränkische Platten

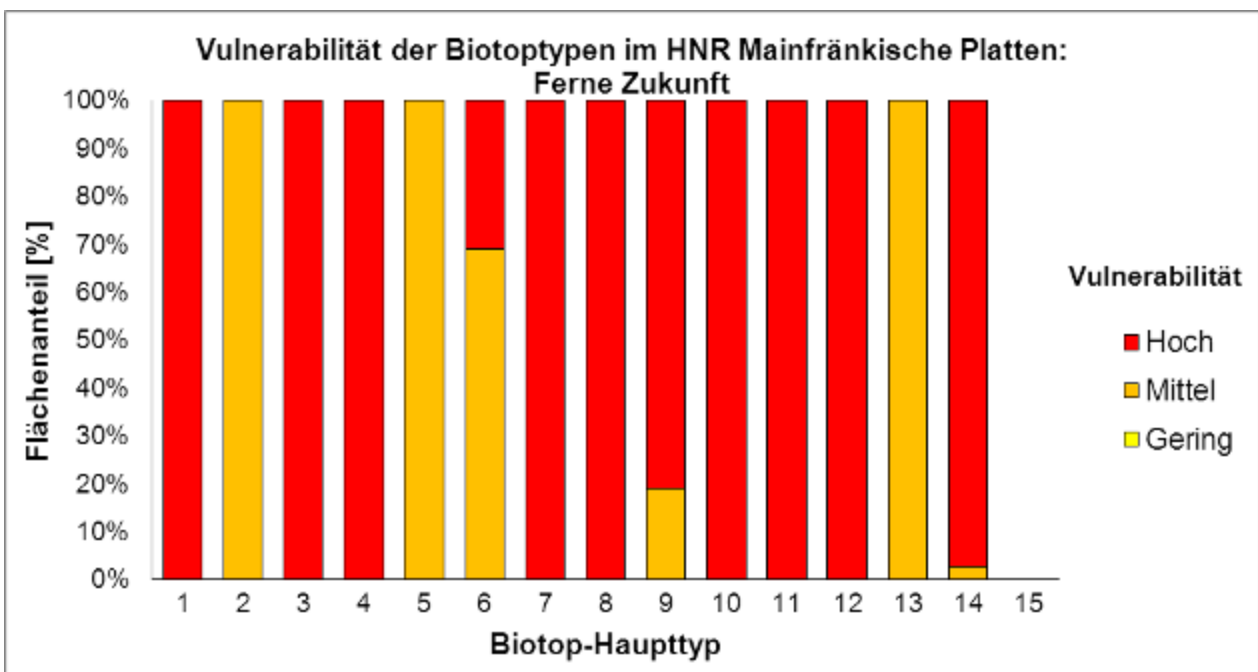


Abbildung 44: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturreaum Mainfränkische Platten

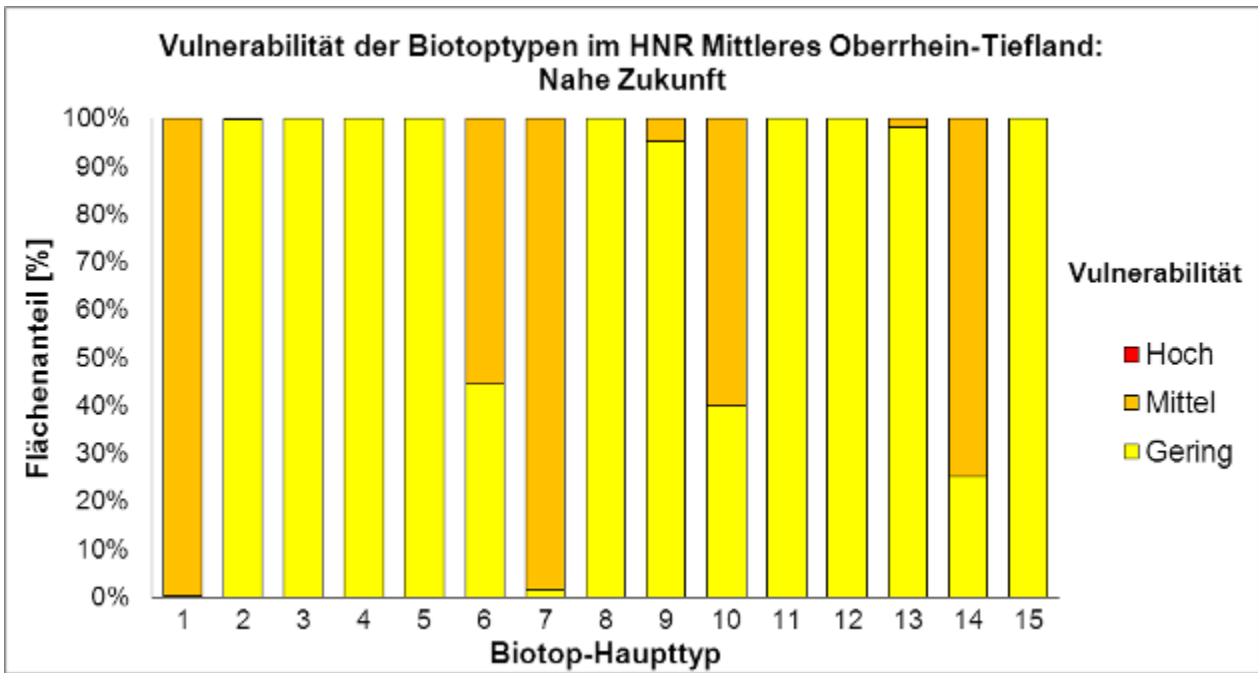


Abbildung 45: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturreaum Mittleres Oberrhein-Tiefland

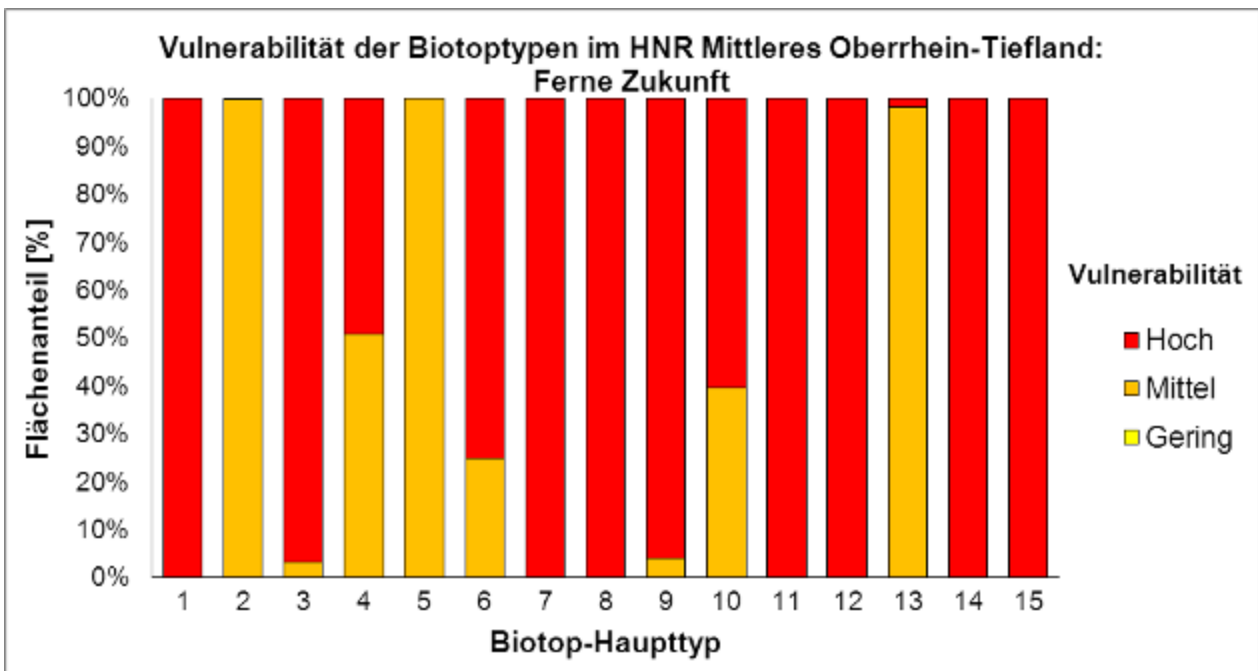


Abbildung 46: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturreaum Mittleres Oberrhein-Tiefland

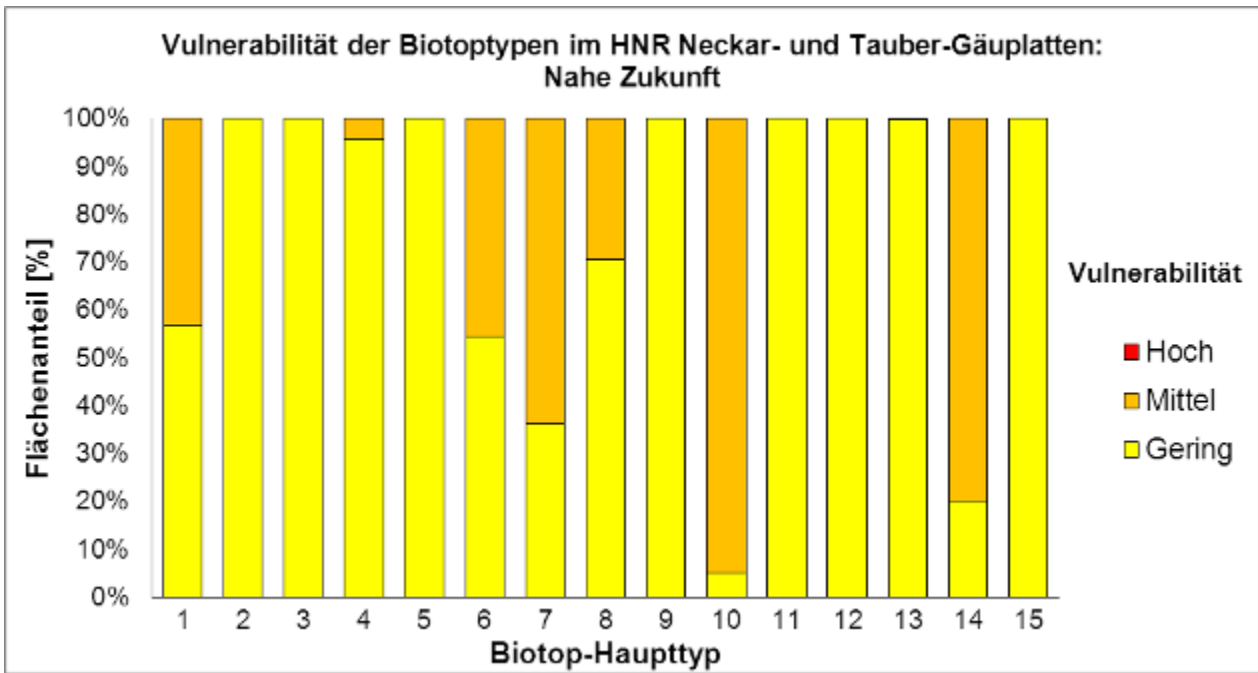


Abbildung 47: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturreaum Neckar- und Tauber-Gäuplatzen

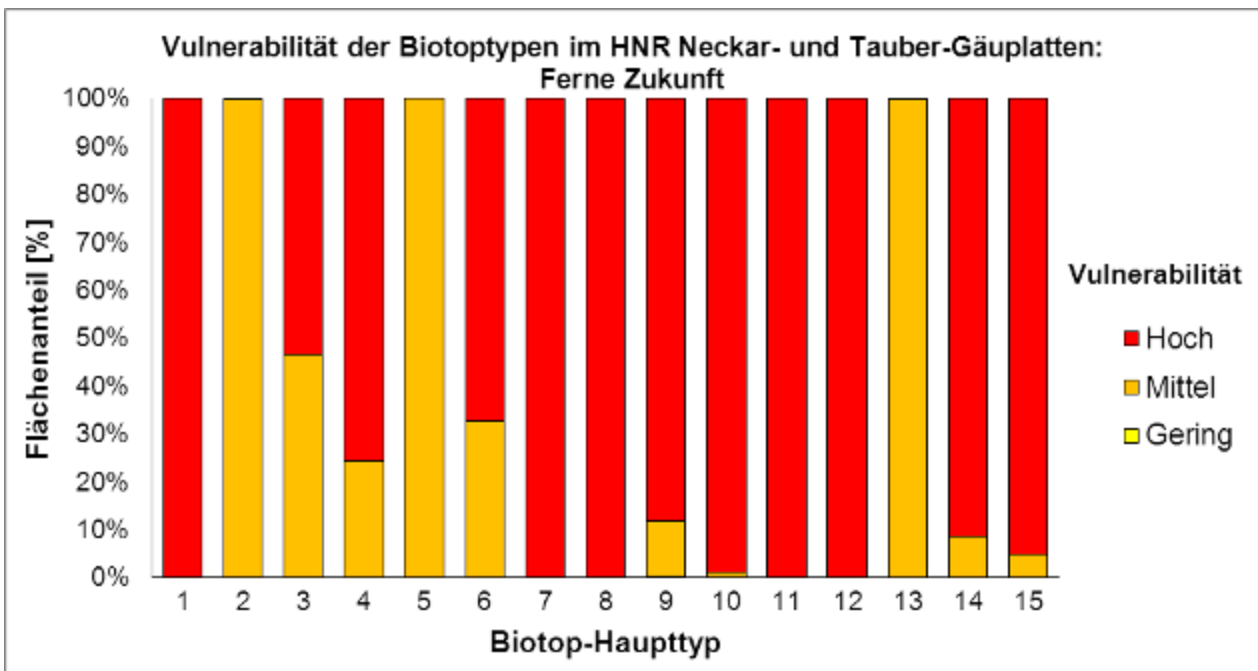


Abbildung 48: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturreaum Neckar- und Tauber-Gäuplatzen

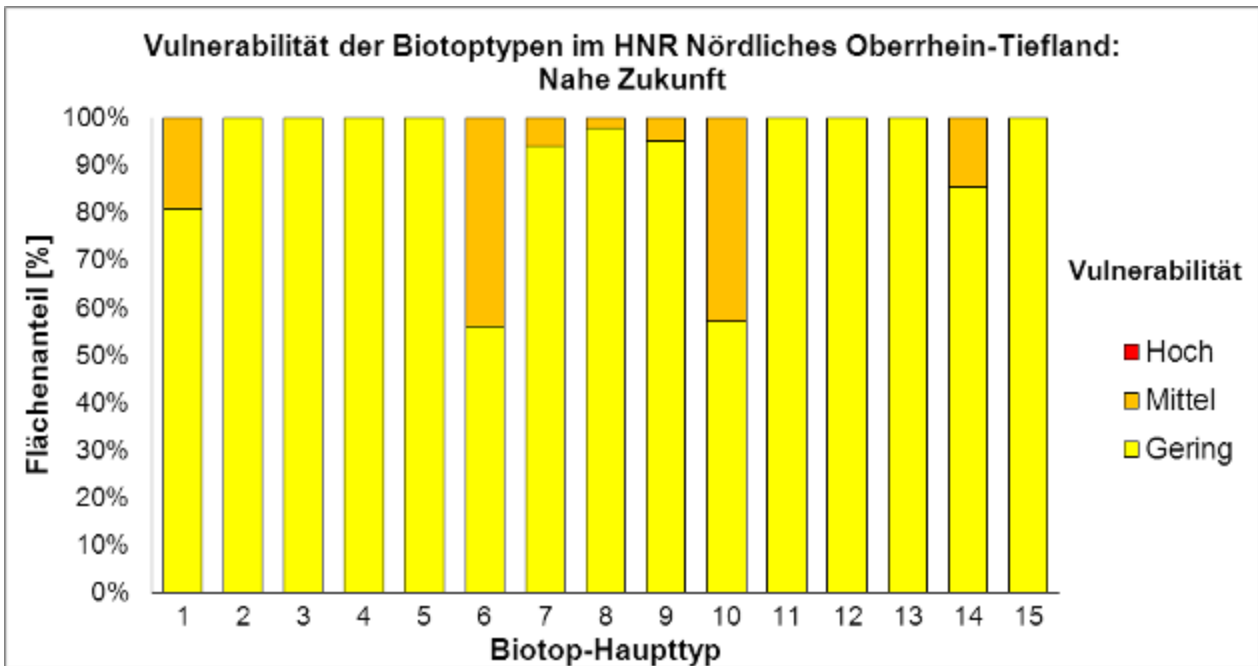


Abbildung 49: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturreaum Nördliches Oberrhein-Tiefland

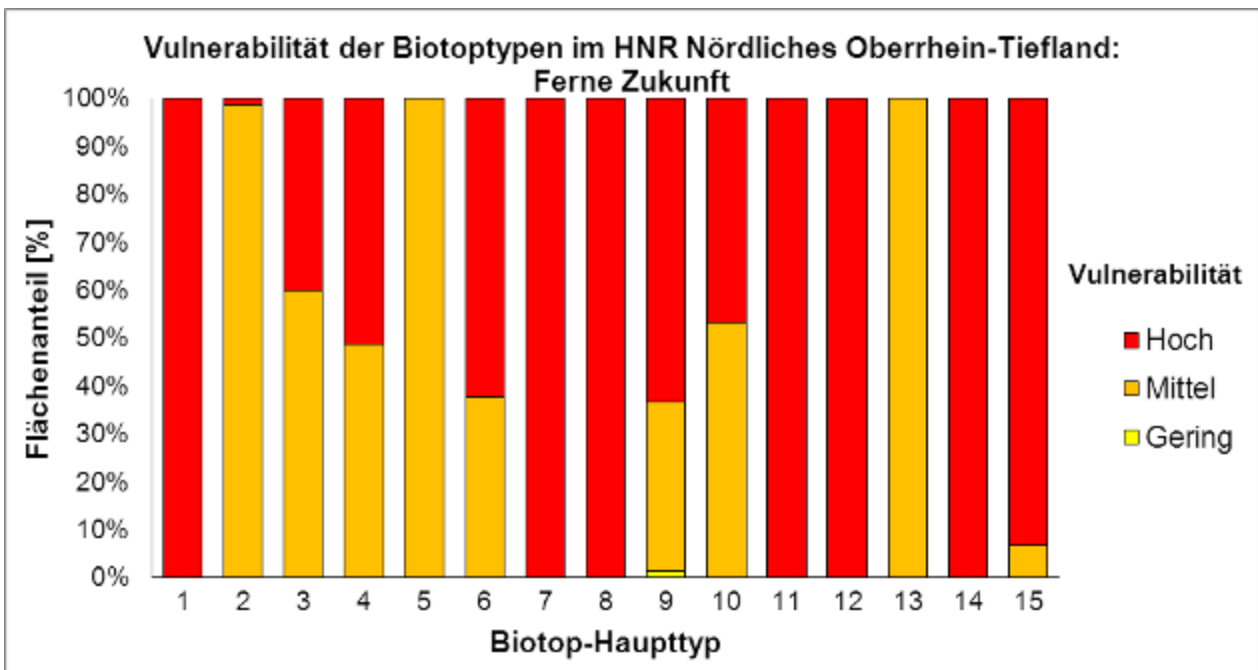


Abbildung 50: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturreaum Nördliches Oberrhein-Tiefland

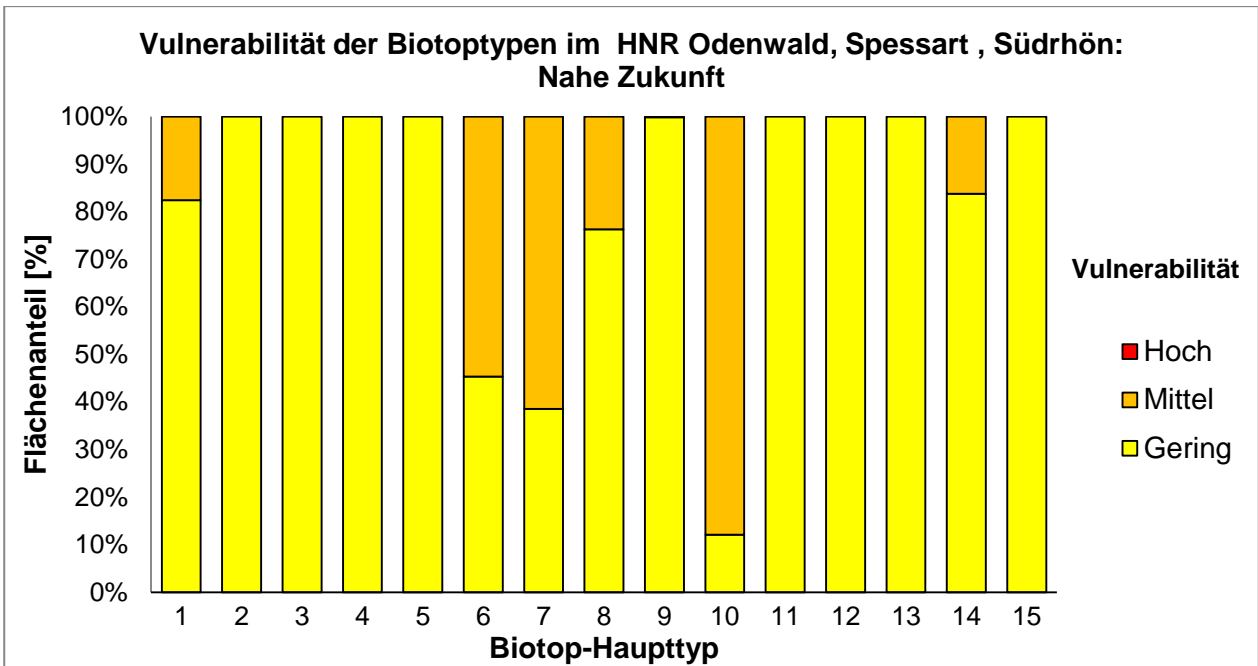


Abbildung 51: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Odenwald, Spessart und Südrhön

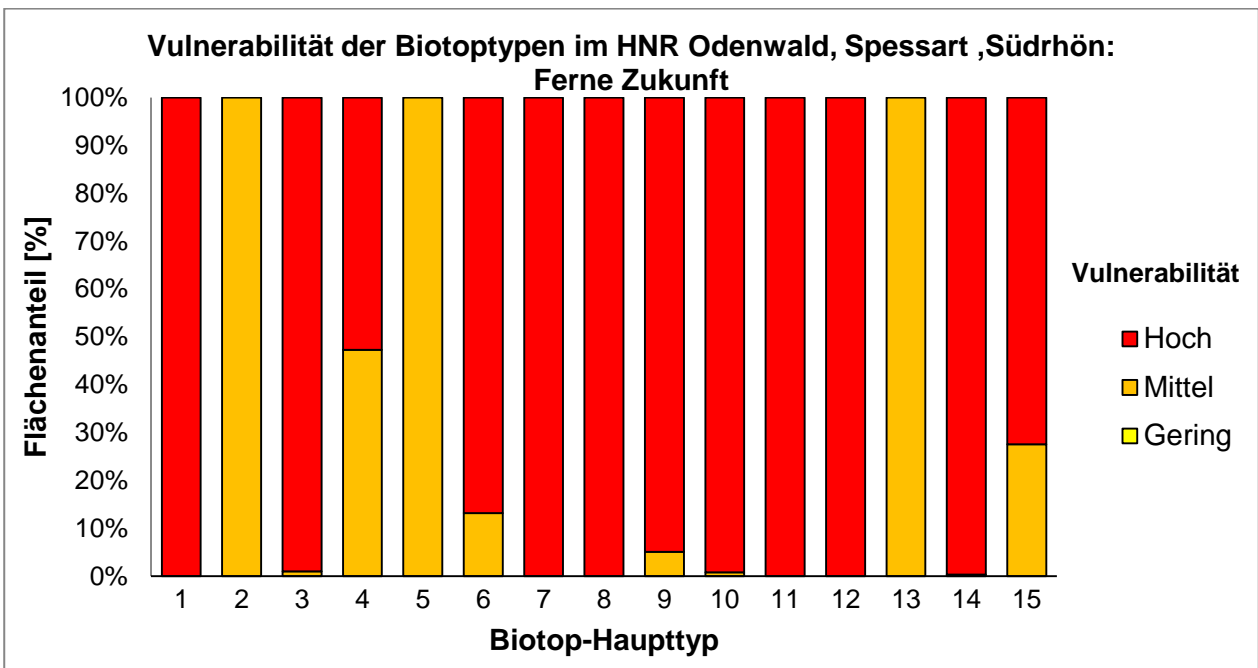


Abbildung 52: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Odenwald, Spessart und Südrhön

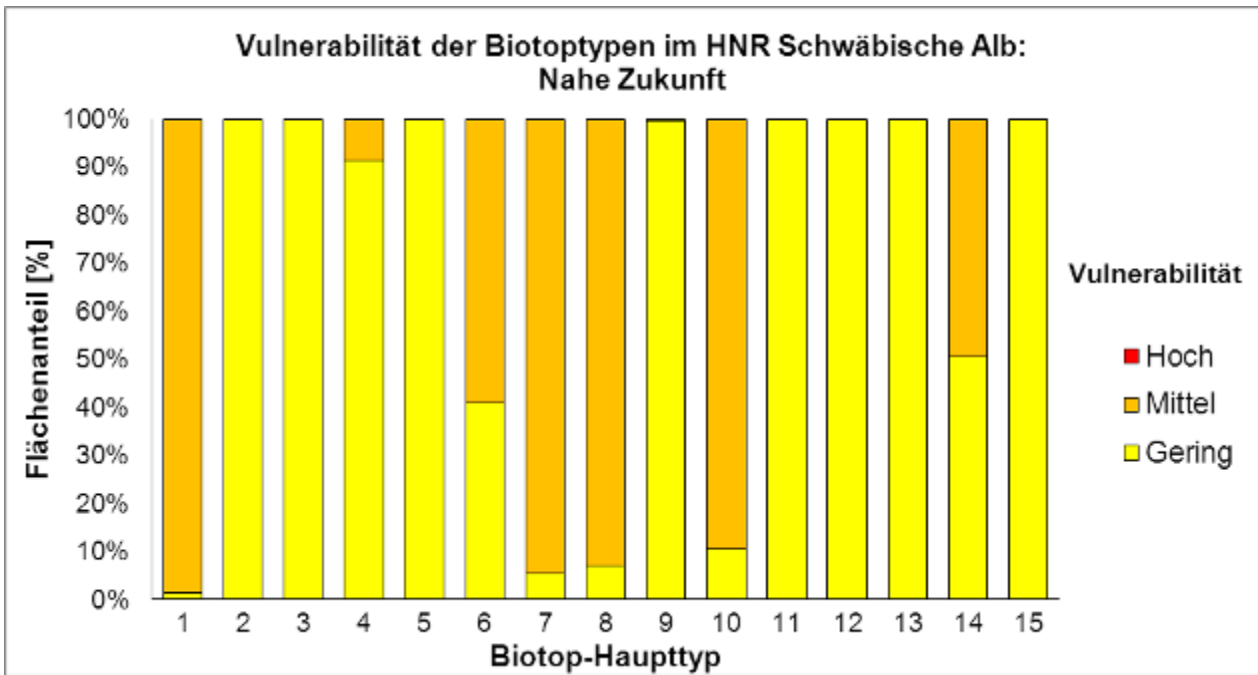


Abbildung 53: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturreaum Schwäbische Alb

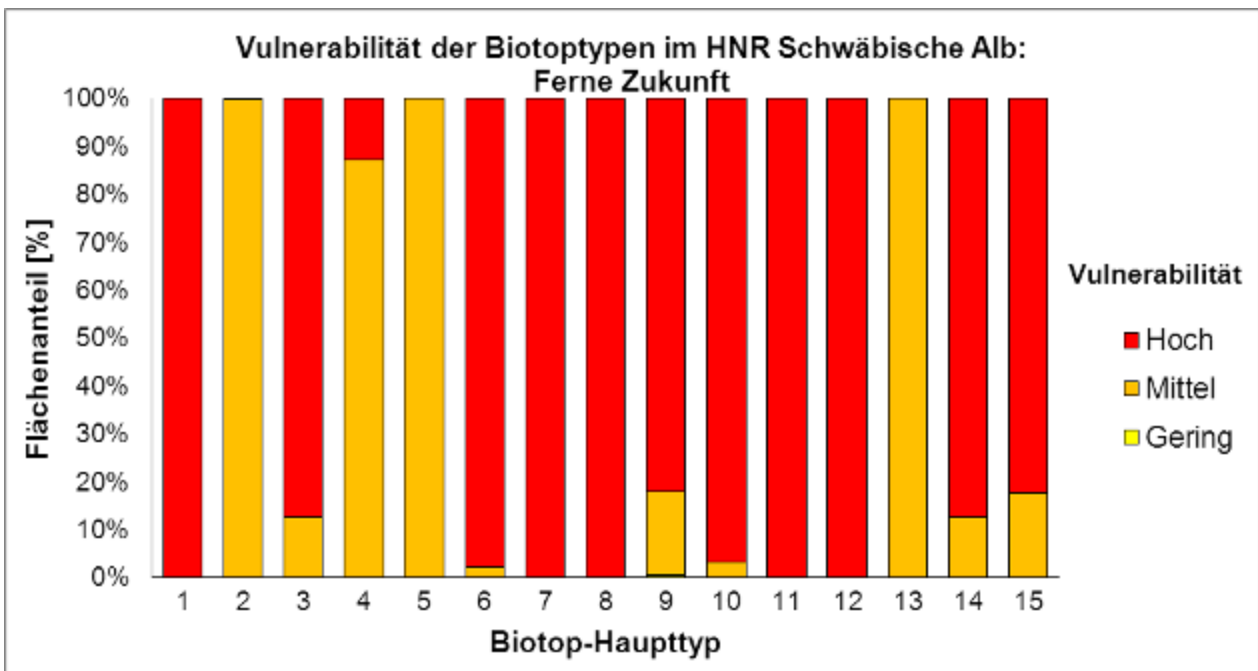


Abbildung 54: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturreaum Schwäbische Alb

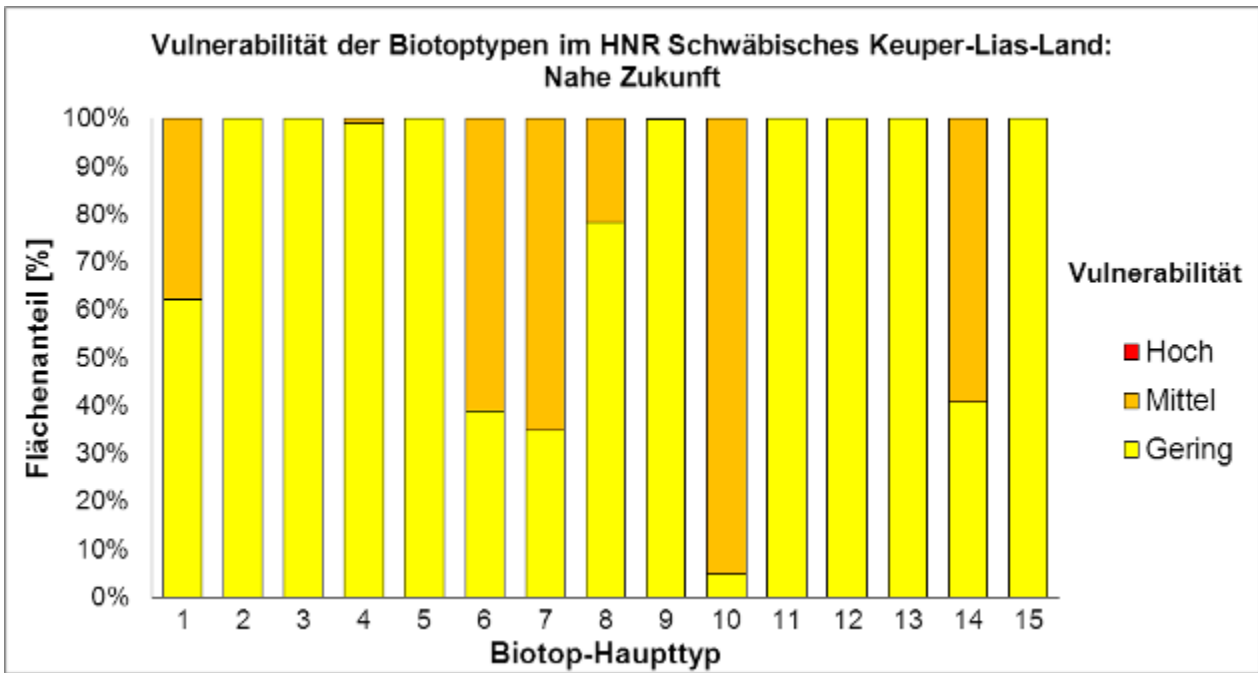


Abbildung 55: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturreaum Schwäbisches Keuper-Lias-Land

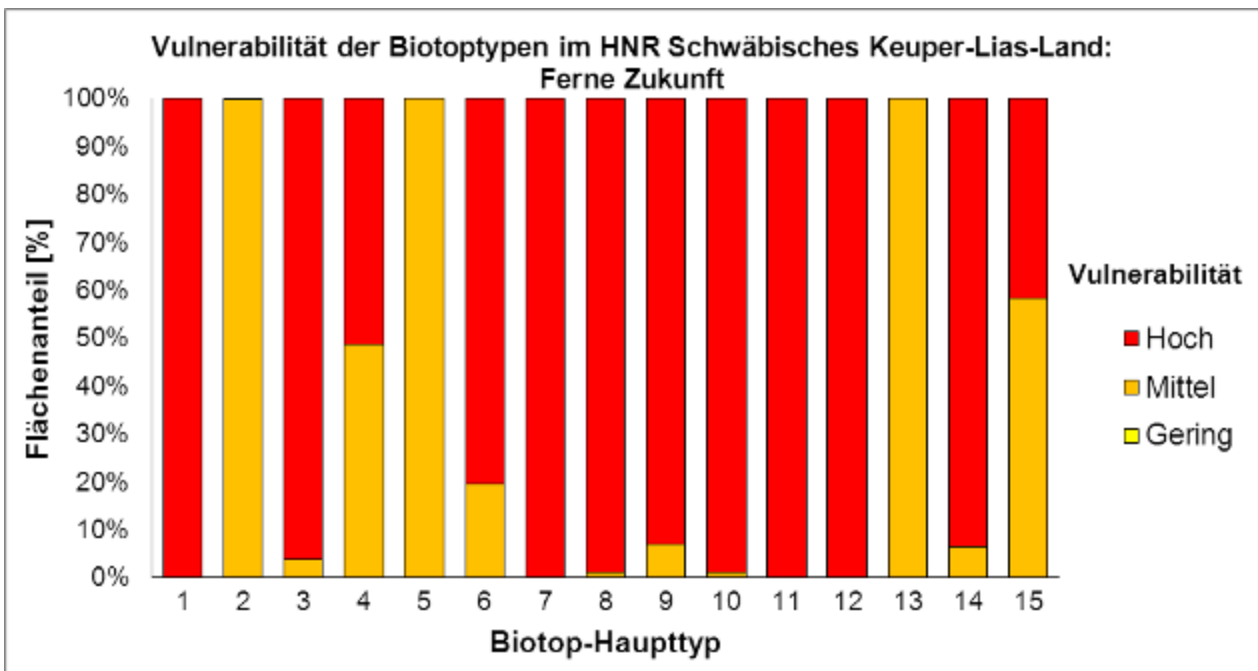


Abbildung 56: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturreaum Schwäbisches Keuper-Lias-Land

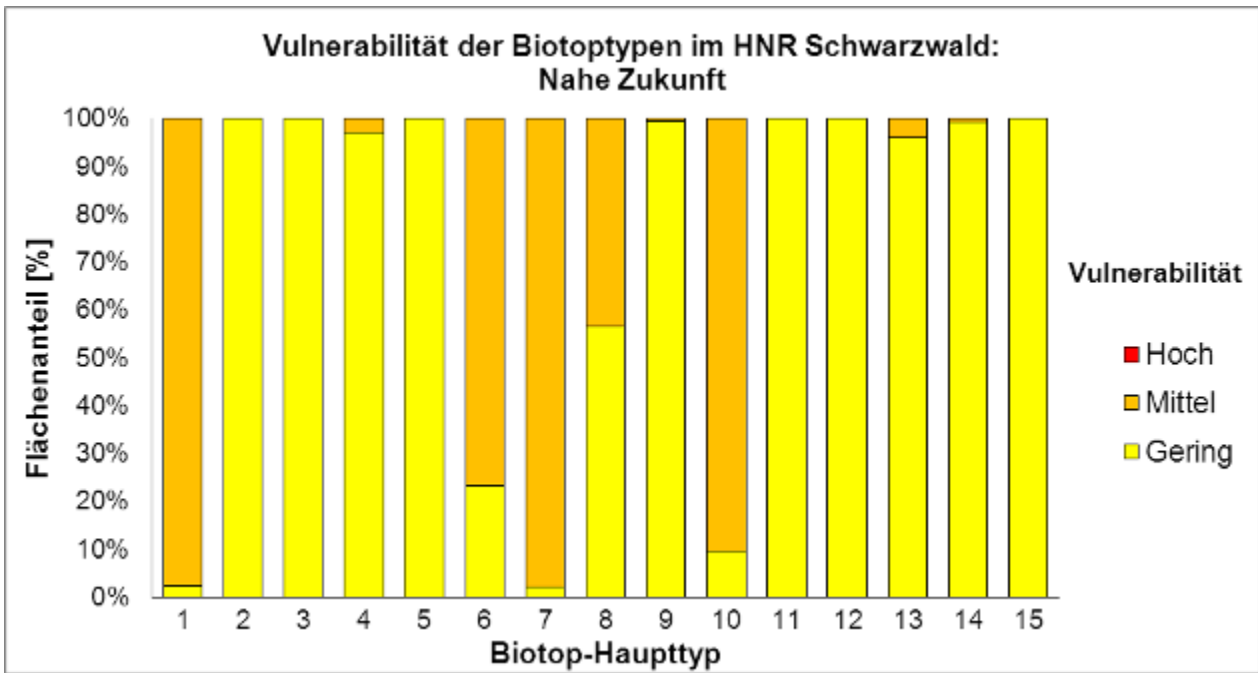


Abbildung 57: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Schwarzwald

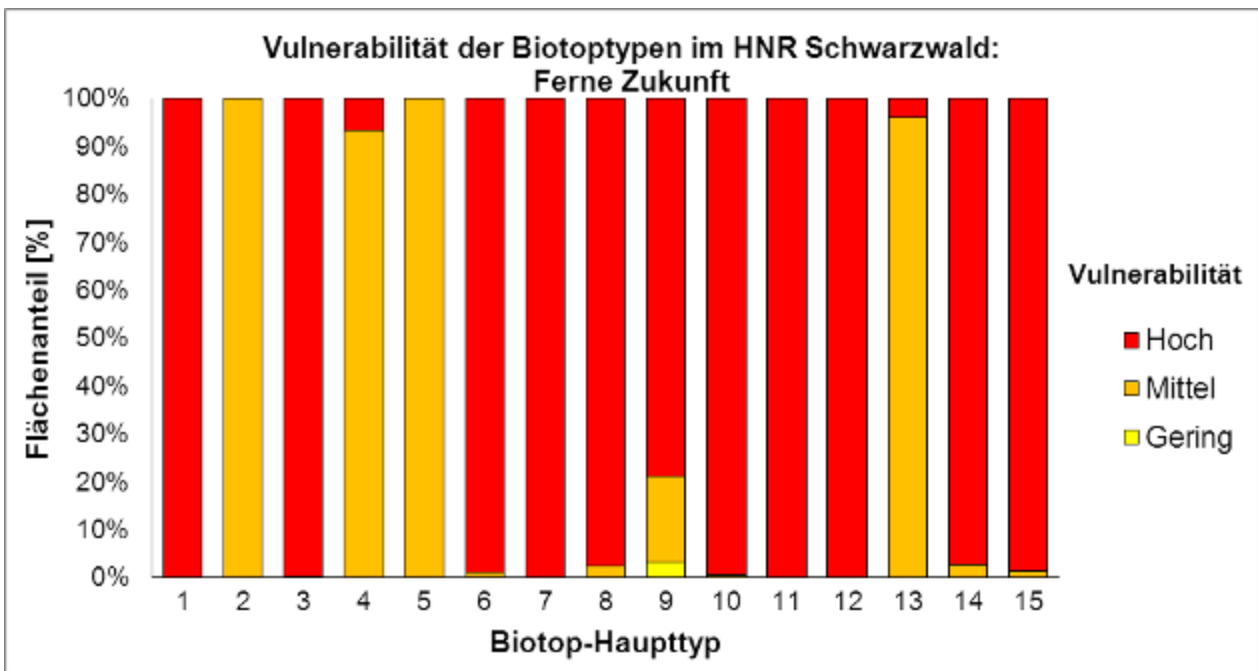


Abbildung 58: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Schwarzwald

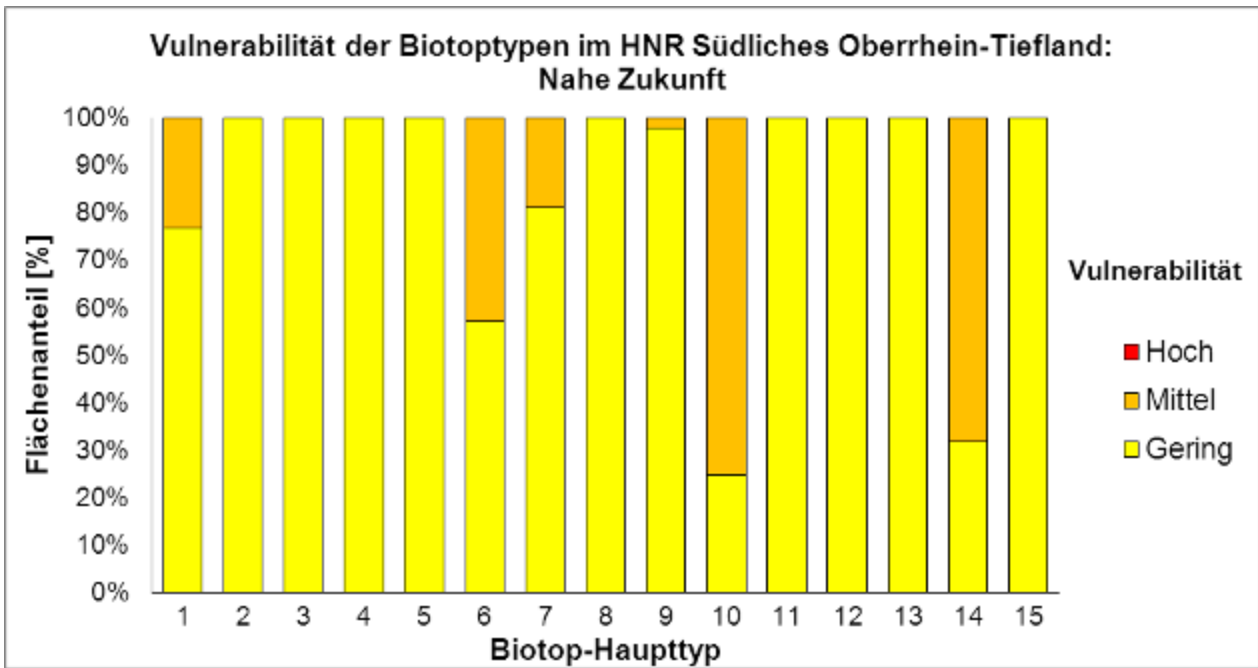


Abbildung 59: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturreaum Südliches Oberrhein-Tiefland

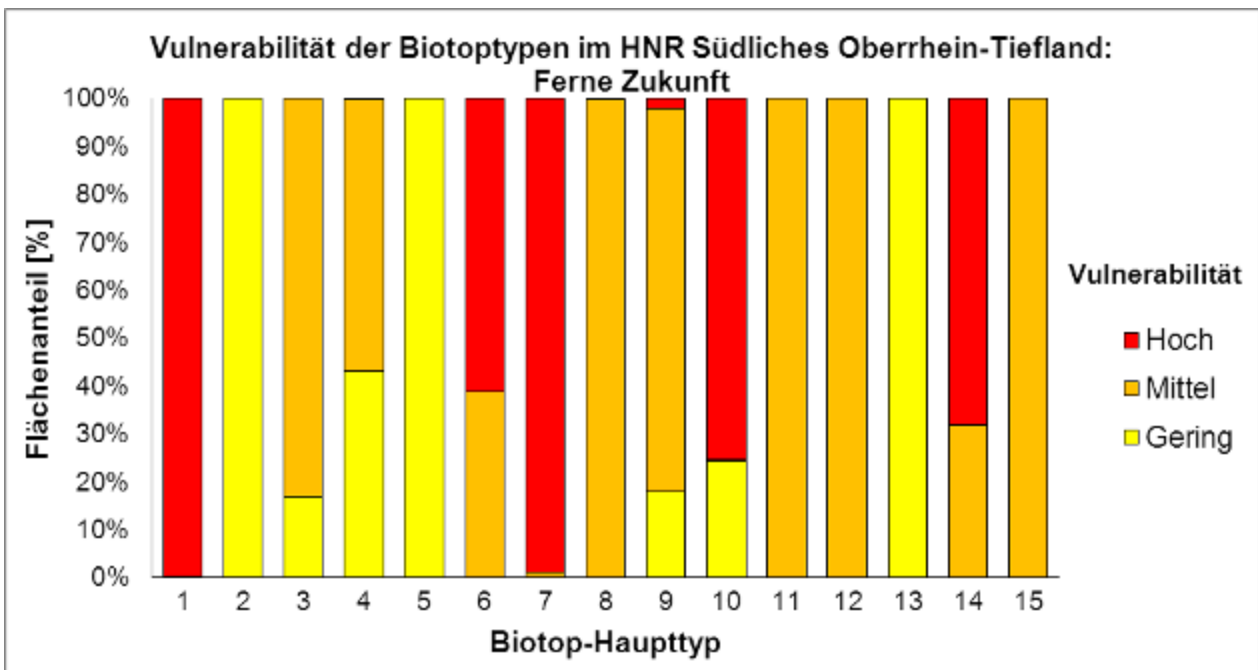


Abbildung 60: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturreaum Südliches Oberrhein-Tiefland

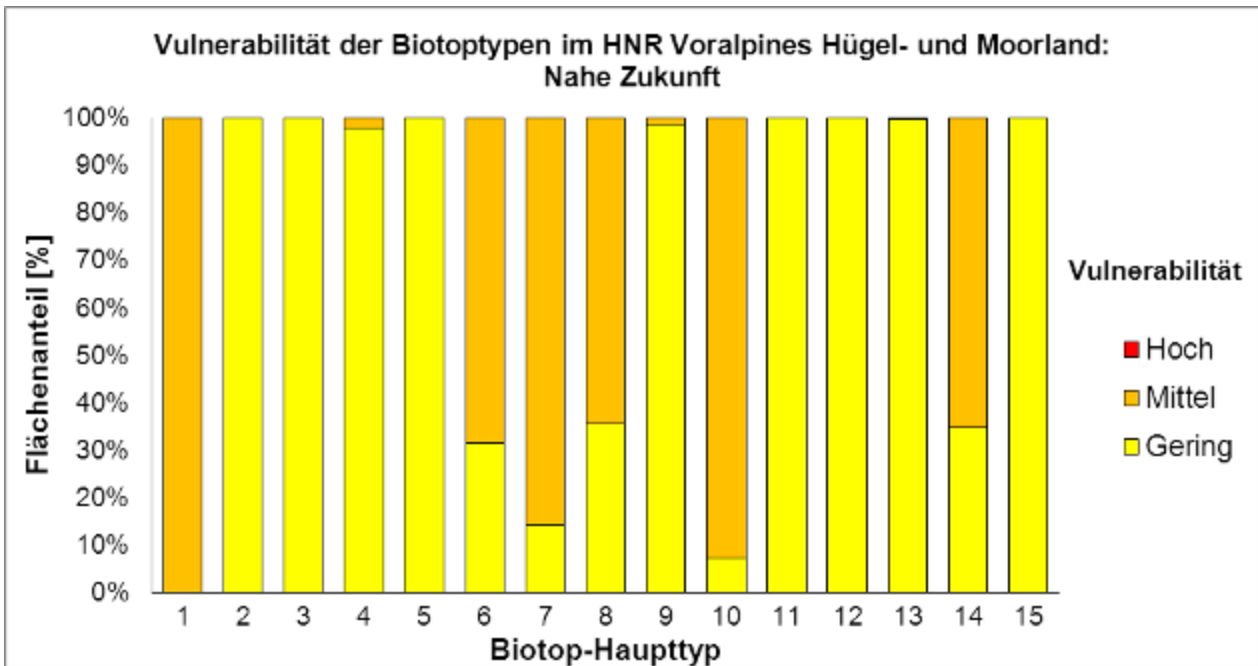


Abbildung 61: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Voralpines Hügel- und Moorland

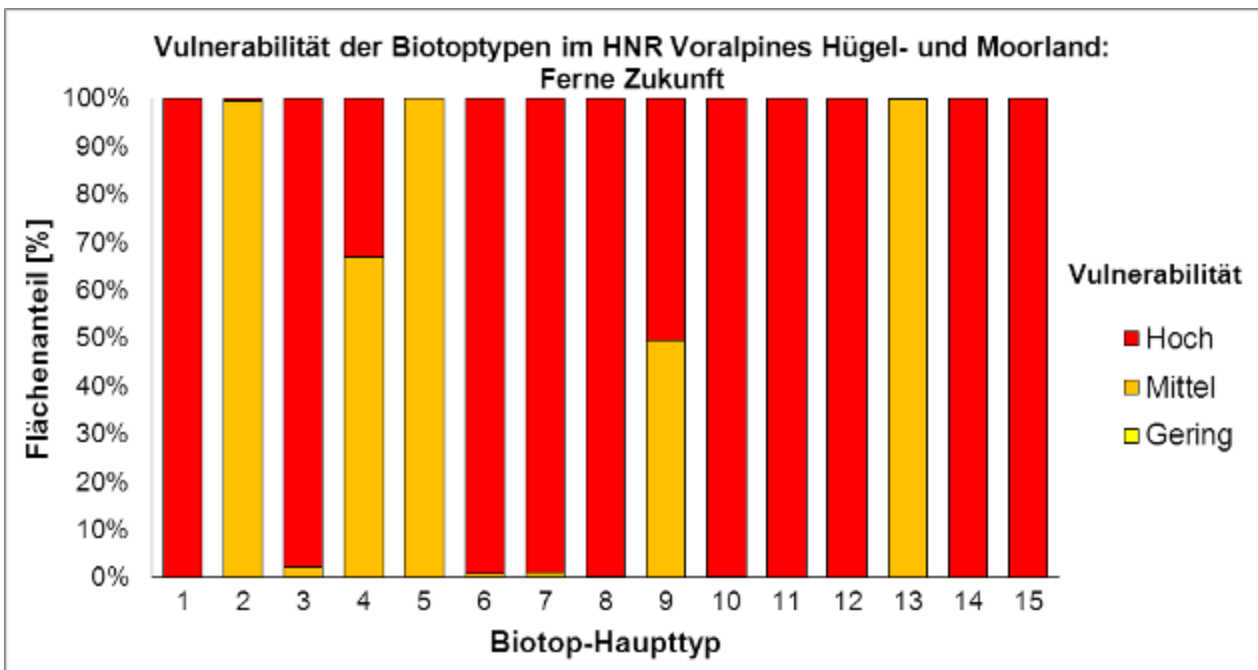


Abbildung 62: Vulnerabilität der Biotoptypen im Hauptnaturraum Voralpines Hügel- und Moorland

6.2.4 Einschätzungen der Gefährdung von Arten und die zugrunde liegenden Klimaszenarien

Quelle	Bezug	Szenarios und Temperatur-Änderung
Rabitsch et al. (2010)	Auf Pompe et al. (2008) und Bergmann et al. (2010)	Siehe Pompe et al. (2008) und Bergmann et al. (2010)
Pompe et al. (2008) Pompe et al. 2010 Bergmann et al. (2010)	ALARM-Projekt, Projektion für 2051–2080 (future scenarios) at a 10'×10' resolution (Mitchell et al. 2004).	3 Varianten: moderate : Sustainable Europe Development Goal (SEGD, climate derived from IPCC SRES scenario B1), intermediate : Business As Might Be Usual (BAMBU, A2) and severe : GRowth Applied Strategy (GRAS, A1FI). Durchschnittlicher Anstieg der mittleren Jahrestemperatur zwischen Referenzzeitraum und Szenarioperioden: 2.4, 3.3 und 4.5 °C for SEGD, BAMBU und GRAS.
Petermann et al. (2007)	IPCC 2007 (alle Modelle)	1,4 bis 5,8 °C
Huntley (2007)	Räisänen et al. 2004: Regionalmodell Europa	Globale Erwärmung um 2.3 – 2.6°C für das SRES B2 Szenario und 3.2 – 3.4°C für das A2 Szenario, d.h. mittlere Jahrestemperatur in Europa steigt um 2 – 4°C und 2 – 6°C für 2071–2100 relativ zu 1961–1990.
Thuiller et al. (2005)	4 Szenarios und 3 Globale Klimamodelle (HadCM3, CGCM2, CSIRO2)	Vier Szenarios des IPCC (2001): A1 Szenario, Globaler Temperaturanstieg 3.6 Grad A2 Szenario: Globaler Temperaturanstieg 2.8 Grad. B1 Szenario: Globaler Temperaturanstieg 1.8 Grad B2 szenario: Globaler Temperaturanstieg 2.1 Grad
Huntley et al. (2008)	Vögel in Europa	6 Szenarios für 2070–99 3 Globale Klimamodelle (GCMs) aus der IPCC 2001 Synthese und zwei Emissionsszenarios: A2 und B2 szenarios.
De Knijf et al. (2011)	2100	Zwei: Szenarios: 1.5°C Temperaturanstieg und 3°C Anstieg
Lawler et al. (2006)	2090	HADCM2SUL Modell (Johns et al., 1997) auf Basis IPCC (IS92a) für 2061–2090 (Kattenberg et al., 1996).
Malcolm et al. (2006)	2100	Verdoppelter CO2 Gehalt in 100 years
Ohlemüller et al. (2006)	2095	HadCM3 als Globalmodell; vier Szenarios: Min: 23.7% (B1 scenario) and max: 49.7% (A1FI scenario)
Levinsky et al. (2007)	2099	IPCC's Szenarios (2001): B1 Szenario, und A2 Szenario

Quelle	Bezug	Szenarios und Temperatur-Änderung
Sekercioglu et al. (2008)	2100	Vier Millennium Assessment Habitat-Verlust Szenarios und durchschnittlicher Wert der globalen Erwärmung um 2.8 Grad Celsius.
Fischlin et al. (2007)	2100	Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur um mehr als 2-3°C in Bezug zum vorindustriellen Stand
Thomas et al. (2004)	2050	IPCC-Modelle des IPCC-Berichts 2001
Guisan und Theurillat 2000b	2100	Unklarer Modell-Bezug
Berry et al. 2007	2080	Unklarer Modellbezug, vermutlich ALARM-Projekt, Mitchell et al. (2004)
Normand et al. 2007	2100	Vermutlich IPCC-Modelle des IPCC-Berichts 2001