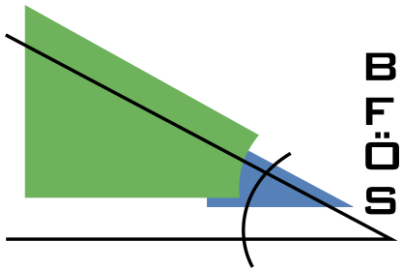
Anpassungsstrategie Baden-Württemberg an die Folgen des Klimawandels

Fachgutachten für das Handlungsfeld Naturschutz und Biodiversität

- Teil A: Kurzfassung -

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.

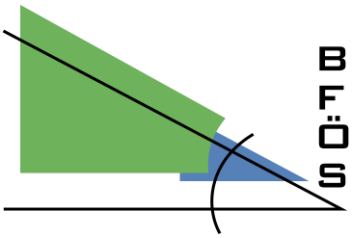
Auftraggeber: © Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stuttgart

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 Landes-Naturschutzgesetz), 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 Gefährdungsgrade

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, Großbritannen

IPCC Intergovernmental Panel of Climate Change: siehe www.ipcc.ch

KBR Kontinentale biogeographische Region

LRT Lebensraumtyp des Anhangs I der FFH-Richtlinie

SDB Standarddatenbogen

1 Handlungsfeld Naturschutz und Biodiversität

1.1 Beschreibung des Handlungsfelds

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). Rechtliche Grundlagen sind das Naturschutzgesetz des Bundes und Baden-Württembergs sowie internationale Verpflichtungen, v. a. der EU (z. B. FFH-Richtlinie und Vogelschutz-Richtlinie).

Die Vielfalt der Arten und Lebensräume in einem konkreten Raum wird von den naturräumlichen Gegebenheiten und der menschlichen Nutzung geprägt. Die innerartliche Vielfalt, die Vielfalt der Tier- und Pflanzenarten und ihrer Lebensräume werden unter dem Begriff „biologische Vielfalt“ oder „Biodiversität“ zusammengefasst. Umfassender Schutz der biologischen Vielfalt umfasst die Arten und Lebensräume, die von direktem menschlichem Handeln nicht beeinflusst sind, und auch die 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, was sich aus den Zielen und Handlungsaufträgen der Naturschutzgesetze ergibt.

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 Oberrhein-Tiefland in den Schwarzwald) und ist durch großflächige Naturräume mit unterschiedlichen Bedingungen (z. B. Alpenvorland, Schwäbische Alb, Schwarzwald, Oberrhein-Tiefland) 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). Baden-Württemberg hat die Verantwortung, diese biologische Vielfalt zu erhalten. Aus bundesweiter Sicht bietet Baden-Württenberg mit dem Oberrheingraben, aber auch mit dem Donautal wichtige Einwanderungswege für submediterran 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 Lebensräume in ihren Beständen und ihrer Verbreitung in Baden-Württemberg zurückgehen und nach den Roten Listen gefährdet sind.

1.2 Wirksame Klimafaktoren

Temperatur und Niederschlag sind wichtige Klimafaktoren, 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.

Wichtige Klima-Parameter 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.

Die Mehrzahl der veröffentlichten Arbeiten zur Verschiebung von Verbreitungsbildern von Arten bezieht sich auf die Jahresmitteltemperatur. Die – im Vergleich zu den kommenden Veränderungen – relativ geringe Erhöhung der Jahresmitteltemperatur im 20. Jahrhundert (v. a. in den letzten 30 Jahren) ist Grundlage für bereits beobachtbare Veränderungen in der Pflanzen- und Tierwelt. Die über Niederschläge verfügbare Wassermenge ist für die Vegetation entscheidend. In Verbindung mit der Temperatur ist sie für das Wachstum von Pflanzen und für die direkt oder indirekt von Pflanzen abhängigen Tiere sowie die Zusammensetzung von Pflanzengesellschaften, Biotoptypen oder FFH-Lebensraumtypen wichtig. 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, Überschwemmungen oder Stürmen. Die fundierte Abschätzung der Auswirkungen von Extremereignissen ist schwierig und ein erst seit wenigen Jahren bearbeitetes Forschungsfeld. Daher werden hier vorrangig die durchschnittlichen Veränderungen von Summen-Parametern oder Jahresmittelwerten behandelt, auch wenn Extremereignisse deutliche Auswirkungen auf Flora und Fauna haben können.

1.3 Vulnerabilitätsanalyse

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 Standort- und Biotoptypen 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, z. B. kartierte Biotope der Biotopkartierung oder FFH-Lebensraumtypen im Vergleich zu intensiv ackerbaulich genutzten Flächen.

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 Biotop- oder Lebensraumtypen räumliche Schwerpunkte zu setzen.

Strategische Ziele sind daher zum einen die Aufrechterhaltung der Habitat-Kontinuität in den Bereichen, die für die jeweiligen Biotop- oder Lebensraumtypen 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 Biotop- oder Lebensraumtypen 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 sinnvoll, 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. Oberrheingraben) werden sich voraussichtlich die Klimabedingungen so deutlich ändern, dass eine Erhaltung des bestehenden Arteninventars von wasserabhängigen Biotop- oder Lebensraumtypen wie z. B. Nasswiesen oder Niedermoore vermutlich auf lange Sicht unwahrscheinlich ist und Veränderungen akzeptiert werden müssen. Auch solche Flächen verlieren jedoch nicht ihren naturschutzfachlichen Wert (z. B. wenn sich eine Nasswiese in eine mäßig frische bis feuchte Wiese entwickelt, aufgrund verringerter Wasserverfügbarkeit; in einem intensiv genutzten Umfeld), sondern sind weiterhin für die biologische Vielfalt von Bedeutung.

Vulnerabilität von Arten:
Über direkte und indirekte Wirkungspfade können Änderungen von klimatischen Parametern, wie Temperatur und Niederschlag, und ihren jeweiligen jahreszeitlichen Verteilungen zu Beeinträchtigungen von Populationen, Arten und den von ihnen bewohnten Habitaten und Ökosystemen führen. Nicht jede Art und jeder Biotoptyp werden dabei im gleichen Maß von einer Veränderung der Klimaparameter betroffen. Vielmehr zeigt jeder Teil eines Ökosystems eine spezifische Reaktion auf veränderte Bedingungen. Zwischen den Pflanzenarten gibt es beispielsweise Unterschiede in ihren phänologischen Reaktionen auf die Temperaturerhöhung: So reagiert die Buche mit ihrem Austrieb weniger stark auf Temperaturerhöhungen als andere Laubbäume. Die Kenntnis der spezifischen Reaktion jedes Teils eines Ökosystems (z. B. Arten, Biotope, Habitate) ist Grundlage für eine Abschätzung, wie sich die durch den Klimawandel veränderten Bedingungen auf den Naturhaushalt in Baden-Württemberg auswirken werden.

Eine Auswertung der ökologischen Zeigerwerte (nach Ellenberg et al. 2001) und der Gefährdungssituation für Pflanzenarten (nach der Roten Liste Pflanzen Baden-Würtembergs) mit speziellen Temperatur- und Feuchteansprüchen zeigt: Die absolute Zahl an Pflanzen, die sehr kühle Temperaturbedingungen anzeigt, ist relativ niedrig im Vergleich zum Gesamtarteninventar in Baden-Württemberg, jedoch sind die Anteile gefährdeter Arten mit diesen Ansprüchen relativ gesehen sehr hoch. Dies gilt auch für Arten, die sehr nasse Standorte bevorzugen. Bei erhöhten Temperaturen und verringerten sommerlichen Niederschlägen dürften Pflanzenarten mit diesen ökologischen Ansprüchen voraussichtlich eine starke zusätzliche Gefährdung durch den Klimawandel erfahren.

Die Auswertung der Gefährdungsdisposition (nach Rabitsch et al. 2010) und des Gefährdungsgrads nach den Roten Liste Tiere Baden-Würtembergs (LUBW 1992 – 2010) zeigt: Zusätzlich zu den bestehenden Gefährdungsfaktoren, die zu einer hohen Einstufung in der Roten Liste geführt haben, kommt der Klimawandel als weiterer Gefährdungsfaktor dazu, häufig verbunden mit einem hohen Risiko für den Fortbestand dieser Tierarten in Baden-Württemberg. Vergleicht man die Gefährdungsdisposition 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 Gefährdungsdisposition ausgesetzt, die zusätzlich zu den bisherigen Gefährdungen wirkt.

30 – 40 % der Arten Baden-Württembergs sind derzeit (gemäß den Roten Listen Baden-Württemberg) gefährdet, auch ohne den zusätzlichen Gefährdungsfaktor Klimawandel. Durch den Klimawandel wird die Gefährdungssituation eines Teils dieser Arten (z. B. insbesondere der auf kühl-feuchte oder nasse Bedingungen angewiesenen Arten) verschärft. Ein Teil der derzeit gefährdeten Arten kann möglicherweise vom Klimawandel profitieren, wobei dieser Anteil als deutlich geringer eingeschätzt wird im Vergleich zu denen, die durch den Klimawandel gefährdet werden. Dieser Bedrohungslage steht eine voraussichtlich steigende internationale Schutzverantwortung Deutschlands und Baden-Württembergs (z. B. für mehrere FFH-Arten) gegenüber (weil deren südeuropäische Verbreitungsgebiete verloren gehen). Artenschutzmaßnahmen sind daher sehr dringlich, v. a. für gegenüber dem Klimawandel empfindlichen Arten.

Erhöhung der Vulnerabilität durch Desynchronisation:
Durch die bereits eingetretene Erhöhung der Jahresmitteltemperatur hat sich die Vegetationsperiode in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts um ein bis zwei Wochen verlängert. Diese Verlängerung kommt überwiegend durch eine Verfrühung des Vegetationsbeginns zustande (Menzel et al. 2005). Bei weitergehender Temperaturerhöhung im 21. Jahrhundert kann die weitere Verfrühung der Wachstumsperiode sich negativ auf die Interaktionen von Arten auswirken. Ein Problem kann die daraus folgende Desynchronisation von Interaktionspartner sein. Beispiele sind Räuber-Beute-Systeme oder Blütenpflanze-Bestäuber-Systeme, wenn der eine Interaktionspartner über die Temperatur gesteuert wird und der andere über die Lichtverhältnisse (Tageslänge). Bei Zugvögeln wurden Desynchronisationsprobleme bereits nachgeweisen. Durch solche Phänomene kann die Vulnerabilität mancher Arten höher ausfallen als bisher erwartet.

Vulnerabilität von Biotoptypen und FFH-Lebensraumtypen:
Temperaturerhöhung und – zumindest regional – abnehmende sommerliche Niederschläge können zu Beeinträchtigungen von Ökosystemen in Baden-Württemberg führen. Vor allem wasserabhängige Ökosysteme (d. h. Fließ- und Standgewässer; Moore, Feucht- und Nasswiesen, Sumpf-, Bruch-, Moor- und Auenwälder) sind gegenüber den erwarteten Auswirkungen des Klimawandels als besonders empfindlich einzuschätzen (z. B. gegenüber sommerlicher Austrocknung, Verringerung der Gesamt-Wasserbilanz, Zunahme von Extremereignissen wie Stürmen). Grundlage für diese Einschätzung sind Arbeiten von Petermann et al. (2007), ähnlich auch z. B. EU-Guidelines (2012), Supplement.
In Baden-Württemberg existieren insgesamt rund 47.398 ha Anmoor-, Niedermoor oder Hochmoorflächen (LUBW, Moor-Kataster, Stand 16.07.2012). Wie die Auswertung hierfür zeigt, 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 (Biotoptyp 33.22) 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).

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, 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 Biotope bereits stark gefährdet. Gefährdete Wald-Biotoptypen und Wald-FFH-Lebensraumtypen sollten daher in forstlichen Planungen und Betriebszielen besonders berücksichtigt werden. Die Entwicklung und aktive Förderung von west- und südwest-europäischen Wald-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie, deren klimatisch geeigneter Raum sich nach Deutschland ausdehnen wird, erscheint sinnvoll. 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.
Bei den weiteren untersuchten Biotoptypen Baden-Württembergs stellt sich die Situation etwas besser dar. Auch sie werden aber an klimatisch geeigneten Räumen und damit voraussichtlich auch an Fläche verlieren.

Vulnerabilität von Schutzgebieten:
Das Schutzgebietssystem Natura 2000 erhält vor dem Hintergrund des Klimawandels eine zusätzliche Bedeutung. Schutzgebiete sind notwendiger denn je (z. B. Council of Europe 2008, Hannah 2009; Hannah et al. 2007) und sie sind auch nachweislich effektiv bei der Förderung der Ausbreitung von Arten (z. B. Thomas et al. 2012). Dies gilt für Schutzgebiete nach internationalem (Natura 2000) und nationalem Recht (Naturschutzgebiete, geschützte Landschaftsbestandteile oder Flächennaturdenkmäler). Selbst wenn Schutzgebiete (internationale oder nationale Schutzgebiete) ggf. ihr aktuelles Arteninventar verändern oder teilweise verlieren werden, sind sie derzeit und voraussichtlich auch in Zukunft die „besten Ausschnitte“ aus einer vielfältig genutzten Landschaft. In ihnen ist die Nutzungsintensität meist geringer als im Umfeld. Zudem sind oft besondere Standortbedingungen (z. B. Geologie, Relief, Wasserhaushalt) vorhanden, so dass in ihnen ein besonderes Inventar an Arten und Biotoptypen vorkommt, das in der Normallandschaft nicht oder nicht mehr vorhanden ist. Die Vulnerabilität der Schutzgebiete wird als hoch eingeschätzt. Grund sind die Vielzahl von gefährdeten Arten oder Biotoptypen, der starke Isolationsgrad und die meist fehlende Vernetzung, sowie die zu erwartenden Veränderungen (z.B. Austrocknung, Verringerung klimatischer Wasserbilanz und Schäden an der Vegetation, verstärkte Ausbreitung von invasiven Neophyten oder Neozoen).

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 sowie die wiederholte Überprüfung der Management- oder Pflegemaßnahmen und ihrer Wirkungen und die ggf. erforderliche Opti-

mierung von Maßnahmen. Wichtige Anpassungsziele sind die Schaffung bzw. Optimierung eines integrierten Schutzgebietssystems (Integration von Schutzgebieten nach nationalem und internationalem Recht), die Verminderung negativer Umfeldeinflüsse auf Schutzgüter in Schutzgebieten und die spezifische Berücksichtigung des Klimawandels beim Management von Schutzgebieten.

1.4 Anpassungsmaßnahmen

Um die Folgen des Klimawandels für die biologische Vielfalt Baden-Württembergs möglichst niedrig zu halten, ist es notwendig Arten, Artengemeinschaften und Biotope schnellstmöglich an die veränderten Umweltbedingungen anzupassen. 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“, müssen bis 2020 nachweisbare Erfolge eingetreten sein.

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.

Anpassungsmaßnahmen für Arten: Anzustreben sind große Populationen an vielfältigen Standorten, die das gesamte mögliche Spektrum ihrer Lebensräume besiedeln können: Dies schafft die Voraussetzungen für eine hohe Anpassungsfähigkeit und die Möglichkeit, neue Lebensräume in klimatisch geeigneten Räumen zu besiedeln.

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

- Förderung und Schutz von Verantwortungsarten, für die sich aufgrund des Klimawandels die Gefährdung in Baden-Württemberg erhöht.
- Förderung der allgemeinen Anpassungsfähigkeit von klimasensitiven und gefährdeten Arten.

Die verstärkte Ausbreitung von invasiven Neobiota (nicht heimische Tiere und Pflanzen) wird voraussichtlich zu einer steigenden Gefährdung von Arten und Biotopen sowie naturschutzfachlich wertvollen Gebieten führen.

Anpassungsziel: Differenzierter Umgang mit neu einwandernden Arten

- Schutzverantwortung bei neu einwandernden Arten prüfen und ggf. Schutzmaßnahmen ergreifen.
- Einbeziehung von Neobiota in das naturschutzfachliche Informationswesen.

Besonders gegenüber dem Klimawandel empfindliche Arten und Biotoptypen kommen v. a. in folgenden Lebensräumen vor**:**

a) Moore aller Art

Laut Naturschutzstrategie BW 2020 ist die Erarbeitung und Umsetzung eines Moorschutz-Konzeptes ein fachlicher Schwerpunkt. Da Moore für viele Klimawandel-sensitive Arten Lebensraum sind, sehr viele gefährdete und geschützte Arten beherbergen und viele Moortypen unter gesetzlichem (auf nationaler und internationeler Ebene) Schutz stehen, sind sie für die Erhaltung der biologischen Vielfalt von herausragender Bedeutung.

b) Feucht- und Nassgrünland, Röhrichte und Riede, sowie Bruch-, Sumpf- und Auwälder:
Anpassungsziel sollte sein, klimasensitive, wasserabhängige Lebensräume mit hoher Bedeutung für den Naturschutz als CO_2-Senke zu schützen (wie z. B. Feucht- und Nassgrünland, Röhrichte und Riede, waldfreie Niedermoore und Sümpfe, sowie Bruch-, Sumpf- und Auwälder) und ihre Naturschutz- und Klimaschutz-Funktion auszubauen.

c) Fließgewässer und ihren Auen:
Gemäß der Naturschutzstrategie BW 2020 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. Die Maßnahme dient auch der Erhaltung und Förderung von Auwäldern.

d) Förderung / Schutz der weiteren Lebensraumtypen / Biotoptypen, für die sich aufgrund des Klimawandels die Gefährdung in Baden-Württemberg erhöht (z. B. nährstoffarme Standgewässer, bestimmte Waldtypen wie Hang-, Schlucht- und Blockschutt-Wälder oder natürliche Nadelwälder von Sonderstandorten (z. B. in den Höhenlagen des Schwarzwaldes oder bei besonderen geologischen Ausgangsbedingungen).

Anpassungsmaßnahmen für Lebensräume: Die Vielfalt der Arten Baden-Württembergs kann nur über die Erhaltung der Vielfalt ihrer Lebensräume bewerkstelligt werden.

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

- Konkretisiert für **Moore** besteht das Anpassungsziel: Intensivierung der Renaturierungsmaßnahmen für Hoch- und Niedermoore besonders in den Naturräumen, die voraussichtlich weiterhin günstige Standortbedingungen für Hoch- und Niedermoore aufweisen, zur 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.
- Für **wasserabhängige Lebensräume** besteht das Ziel, Wasser in der Landschaft zurückhalten, durch Förderung und Schutz von Feuchtgebietstypen (z. B. Feucht- und Nasswiesen, Feucht-, Sumpf-, Auen- und Bruchwälder).
- **Gewässer** sollten gegenüber zunehmenden Risiken widerstandsfähig gemacht werden, v. a. durch Erhaltung und Wiederherstellung von naturnahen Auen und ihrer natürlichen morphodynamischen Prozesse.
- **Weitere Lebensraumtypen bzw. Biotoptypen**, für die sich aufgrund des Klimawandels die Gefährdung in Baden-Württemberg erhöht, sollten gefördert und geschützt werden.

Weitere 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.
- Bei einem Baumartenwechsel im Waldumbau sind Baumarten und Ökotypen aus Mitteleuropa oder südlich angrenzenden Gebieten zu bevorzugen.
- Verstärkte Ausweisung von Waldentwicklungsflächen.

Gewässer und wasserabhängige Lebensräume sind gegenüber zunehmenden Risiken widerstandsfähig zu machen. Hierzu dienen Maßnahmen zur

- Stabilisierung des Temperaturhaushalts von Fließgewässern.
- Schutz der Fließgewässer vor erosionsbedingten Einträgen.
- Vermeidung erhöhter Stoffeinträge in wasserabhängige Ökosysteme.

Anpassungsmaßnahmen für das Schutzgebietssystem und den Biotopverbund:

Anpassungsziel: Das Schutzgebietssystem und den Biotopverbund stärken, um 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 Wanderungsmöglichkeiten durch die Vernetzung und Vergrößerung von Habitaten geschaffen werden. Lebensräume mit einer hohen Artenvielfalt oder mit gefährdeten oder sensitiven 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.

1.5 Querbeziehungen

Angesichts der Vielfalt der Herausforderungen wird klar, dass allen Institutionen des Landes Baden-Württemberg die Aufgabe zukommt, Maßnahmen gegen den Klimawandel so gut wie möglich umzusetzen oder zu fördern und hierbei zusammenzuarbeiten. Denn Arten und Biotope stellen für die Gesellschaft Ökosystemleistungen bereit, z. B. Bodenbildung, Wasser-Rückhaltung und -reinigung, Sauerstoffproduktion und die Produktion von Nahrung, Baumaterial, Fasern oder Rohstoffen für Arzneien. Somit ist die Erhaltung der biologischen Vielfalt notwendig für die Sicherung dieser Ökosystemleistungen.

Querbeziehungen des Handlungsfelds Naturschutz bestehen in besonderem Maße (vgl. Entwürfe Abschlussberichte der übrigen Handlungsfelder, Stand 5.2.2013) zu folgenden Bereichen:

Forstwirtschaft
Synergien bestehen beim Alt- und Totholz-Konzept im Staatswald, im naturnahen Waldbau, der Verringerung der Verbissschäden, bei der standortgerechten und artenreichen Naturverjüngung sowie beim Schutz von FFH-Arten und FFH-Lebensraumtypen und der Förderung von FFH-Wald-Lebensraumtypen aus benachbarten Ländern, deren klimatisch geeignetes Verbreitungsgebiet sich nach Baden-Württemberg ausdehnen kann.
Konflikte könnten auftreten bei der Verkürzung der Umtriebszeiten, da viele Alt- und Totholz-bewohnende Arten bereits jetzt hochgradig gefährdet sind und ihre Gefährdung sich dadurch erhöhen würde, bei der verstärkten Nutzung von nicht heimischen Arten (z. B. Douglasie, Küstentanne), da vielen heimischen Arten der Lebensraum entzogen werden kann, und beim Verschlechterungsverbot in Natura 2000-Gebieten, wenn der zu erhaltende Zustand gegen die Sukzession ist.

Gesundheitswesen
Synergien bestehen beim Monitoring invasiver Arten (darunter auch gesundheitsgefährdende Arten wie z. B. Beifuß-Ambrosie). Konflikte könnten auftreten bei der Wiederherstellung naturnaher Auen mit naturnaher Morphodynamik, wenn aus gesundheitlichen Gründen die Trockenlegung von Brutgewässern von Insektenarten präferiert würde.

Tourismus
Synergien bestehen bei der angestrebten Reduktion des Energieverbrauchs bzw. der CO2 Emissionen auf allen Ebenen. Konflikte können vorkommen durch Ausbau des Strand- und Bade-Tourismus, was ggf. zu einer Gefährdung von geschützten Gebieten, Biotopen bzw. gefährdeten Arten durch Bebauung von Uferzonen oder durch die Intensivierung des Wassersports auftreten könnte. Weiter kann eine denkbare Saisonerweiterung bei outdoorbezogenen Tourismusformen zu verstärkter Beunruhigung (v. a. Wirbeltiere), insbesondere im Frühjahr, führen. Der Ausbau von Beschneiungsanlagen und Kleinliftanlagen in bislang unberührten Hochlagen dürfte zu einer Konkurrenz um die Ressource Wasser, neben dem direkten Flächenverbrauch, führen.

Landwirtschaft
Synergien sind möglich bei der konservierenden Bodenbearbeitung, wg. der Minderung von Boden- und Nährstoffabschwemmung in Oberflächengewässern, bei der Einführung wassersparender Bewässerungsverfahren, wg. Verringerung der Konkurrenz um Wasser-Ressourcen, und bei der Überwachung des Auftretens neuer Schaderreger (vgl. zu Monitoring invasiver Arten; siehe auch Gesundheitswesen). Weiter sind Synergien möglich bei erweiterten Fruchtfolgen im Ackerbau und der Verwendung verschiedener Sorten pro Kulturart im Anbau, sowie der gezielten Grünlandverbesserung und –erhaltung, durch die Verbesserung von durch Trockenheit oder Überschwemmung lückig gewordenen Grünlandnarben. Konflikte könnten entstehen durch die Errichtung von Überdachungssystemen zum Schutz gegen Hagel und Starkregen aufgrund des Natur- und Landschaftsbilds, aber ggf. auch aus Artenschutzgründen (v. a. Vogelarten). Die weitgehend flächendeckende Bereitstellung von Bewässerung für gärtnerische Kulturen im Freiland könnte zu einer Konkurrenz um Wasser-Ressourcen führen, ebenso könnten Konflikte durch die Einführung neuer (ggf. nicht heimischer) Gras-Arten entstehen, wenn diese eine Veränderung der Grünland-Vegetation und der davon lebenden Arten bewirken. Auch sind durch Anpassung des Sortenspektrums im Obst- und Weinbau Konflikte vorstellbar.

Gemeinsame Herausforderungen

Der **Landwirtschaft** kommt besondere Bedeutung bei der Erhaltung und der Pflege von Biotopen des Offenlandes zu. Vor allem der Schutz von Niedermoorflächen, von Feucht- und Nasswiesen, des Grünlandes und der strukturreichen Agrarlandschaft und der in ihnen lebenden Arten ist in Kooperation mit der Landwirtschaft umzusetzen.
Zusammen mit der **Forstwirtschaft** ist der naturnahe Waldbau unter besonderer Berücksichtigung der Herkunft bei der Baumartenwahl zu einem „klimagerechten" Waldbau weiter zu entwickeln.

In der **Wasserwirtschaft** muss ein besonderes Augenmerk auf der Umsetzung der Wasser-Rahmenrichtlinie (WRRL) liegen, die für alle oberirdischen Gewässer einen „guten ökologischen und guten chemischen Zustand" fordert. Diese WRRL-Ziele sollen bis spätestens 2027 erreicht werden. Die Renaturierung von Hochmoorflächen, die Wiederherstellung der Durchgängigkeit von Gewässern und die Sicherung von Retentionsräumen sowie die Erhaltung und Wiederherstellung naturnaher Auen erfordert die Zusammenarbeit von Naturschutz mit Wasserwirtschaft und Bodenschutz.

V.a. bei der Renaturierung von Hoch- und Niedermoor-Standorten und einer extensiven, den Moorkörper erhaltenden Nutzung ist die Zusammenarbeit von Naturschutz und **Bodenschutz** wichtig.

In den Anpassungsprozess im Handlungsfeld Naturschutz und biologische Vielfalt sind daher in besonderem Maße einzubeziehen:

- Naturschutzbehörden,
- Wasserwirtschafts-, Forst-, Landwirtschafts-, Bodenschutz- und Fischereibehörden,
- Behörden mit Zuständigkeit für Emissionen und Klimaschutz,
- Landnutzer und Landnutzer-Verbände, Kommunen,
- Wassergewinnungsverbände; Wasserversorger, Wasser- und Bodenverbände o. Ä.,
- Waldbesitzer-Verbände, forstliche Betriebe, Privatwald- und Kommunalwald-Besitzer,
- Naturschutzverbände und Fachverbände für bestimmte Artengruppen,
- Kommunal- und Regionalplanung, kommunale und regionale Planungsverbände.

2 Anlage

2.1 Erläuterung der Karten der Vulnerabilitätsanalyse

2.1.1 Kartographische Darstellung der Vulnerabilität von Biotopen in den Naturräumen

Auf Basis der Roten Liste Biotoptypen Baden-Württembergs (Breunig 2002), die 256 Typen beurteilt (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) und für den „worst-case“-Fall (85%-Perzentil) erstellt.

Tabelle 1: Vulnerabilität der Biotoptypen als Funktion von Sensitivität und Exposition

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 Biotoptypen. Biotoptypen mittlerer Vulnerabilität umfassen zwischen 13 % und 57 % der Fläche der Biotoptypen pro Hauptnaturraum. Im Vergleich dazu besitzt in ferner Zukunft das südliche Oberrhein-Tiefland als einziger Hauptnaturraum einen Restanteil an gering vulnerablen Biotopen. In allen anderen Hauptnaturräumen treten gering vulnerable Biotoptypen nicht mehr auf. Die beiden Karten zeigen die deutlichen Veränderungen, denen in der fernen Zukunft alle Naturräume Baden-Württembergs ausgesetzt sind. In der nahen Zukunft weisen ca. 30 % der Biotopflächen eine mittlere Vulnerabilität in den Naturräumen Schwarzwald, Schwäbisches Keuper-Lias-Land und Necker- und Tauber-Gäuplatten auf, während bereits in der nahen Zukunft im Voralpinen Hügel- und Moorland oder dem Fränkisches Keuper-Lias-Land dies über 50 % der Biotopfläche sind.

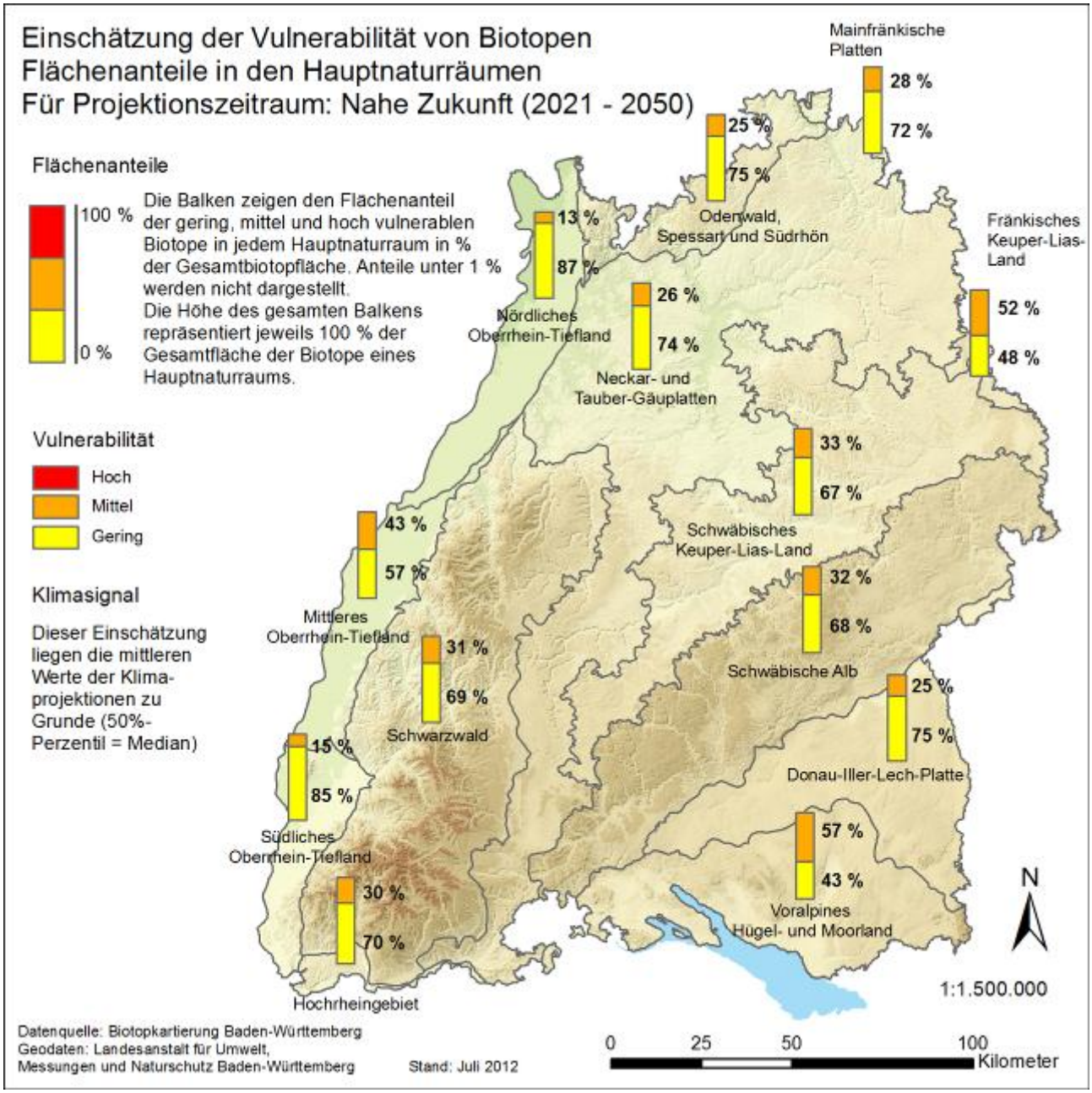


Abbildung 1: Flächenanteile der gering-, mittel-, und hochvulnerablen Biotope in den Hauptnaturräumen in naher Zukunft

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 Biotoptypen nicht mehr auf, sondern die hoch vulnerablen Biotoptypen dominieren die Flächenanteile (zwischen 27 und 85 %). Besonders hohe Flächenanteile (über 80 %) hoch vulnerabler Biotoptypen 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 Biotoptypen bei 50 bis 80 %, nur im Naturraum südliches Oberrhein-Tiefland sind es mit 27 % vergleichsweise geringe Flächenanteile.

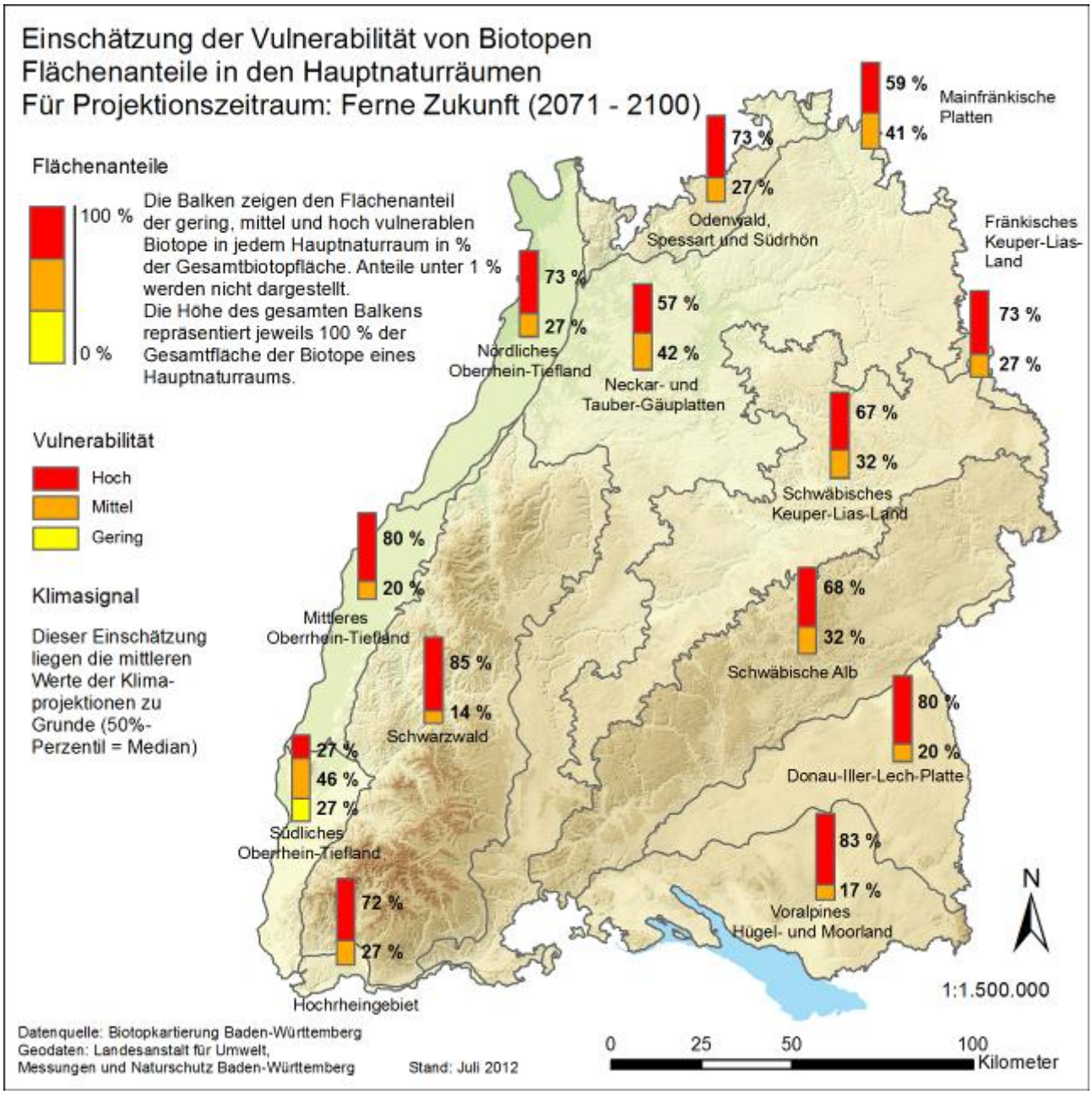


Abbildung 2: Flächenanteile der gering-, mittel-, und hochvulnerablen Biotope in den Hauptnaturräumen in ferner Zukunft

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) 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 Biotoptypen 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-Tiefland; Odenwald, Spessart und Südrhön) sind keine hoch vulnerablen Flächenanteile in der nahen Zukunft vorhanden.

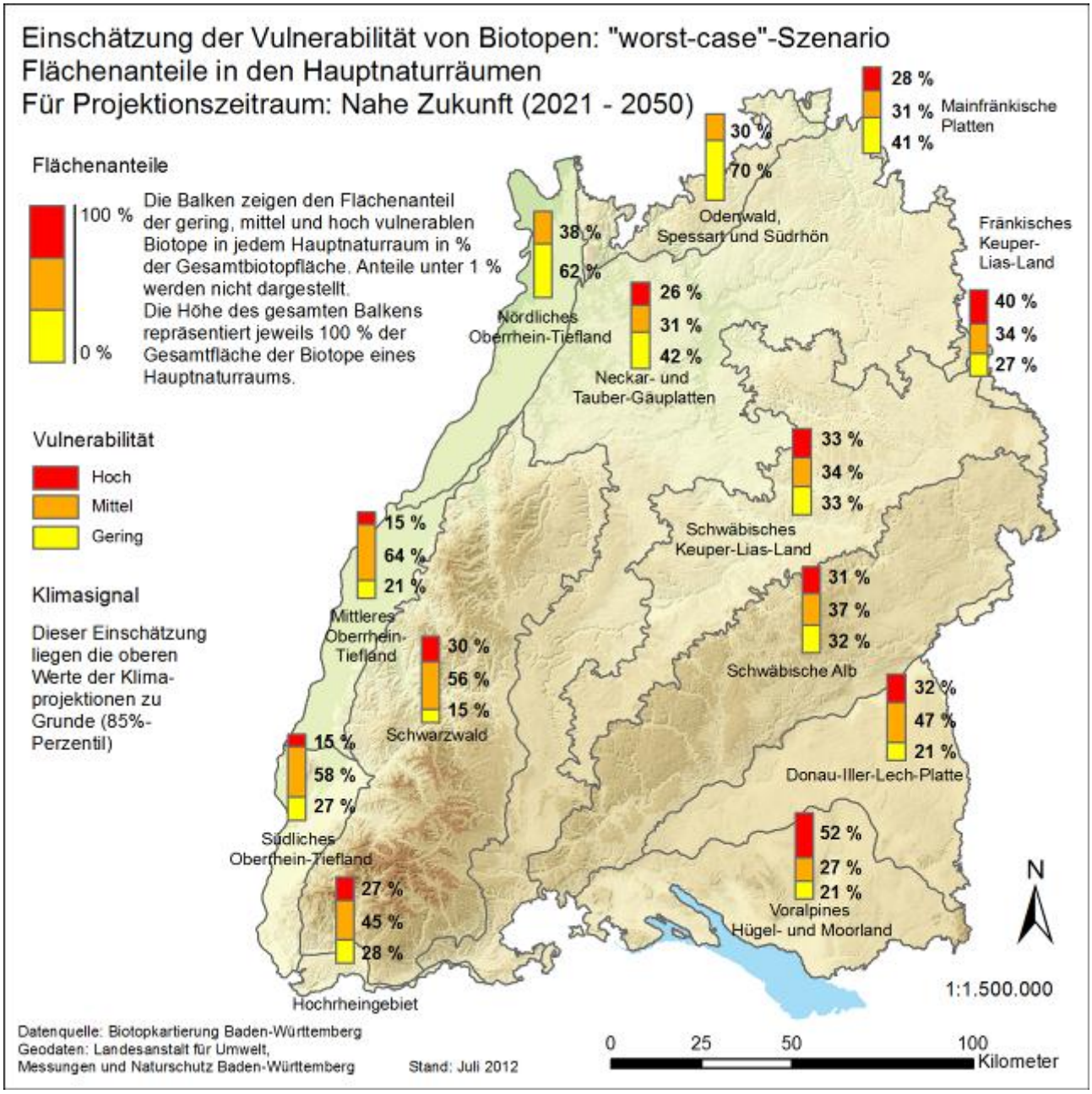


Abbildung 3: Flächenanteile der gering-, mittel-, und hochvulnerablen Biotope in den Hauptnaturräumen in naher Zukunft

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 Flä-

chenanteile von Biotopen mittlerer Vulnerabilität, in allen übrigen Hauptnaturräumen liegen zu 100 % hoch vulnerable Biotoptypen 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 Biotoptypen mittlerer und hoher Sensitivität als hoch vulnerabel einzuschätzen sind.

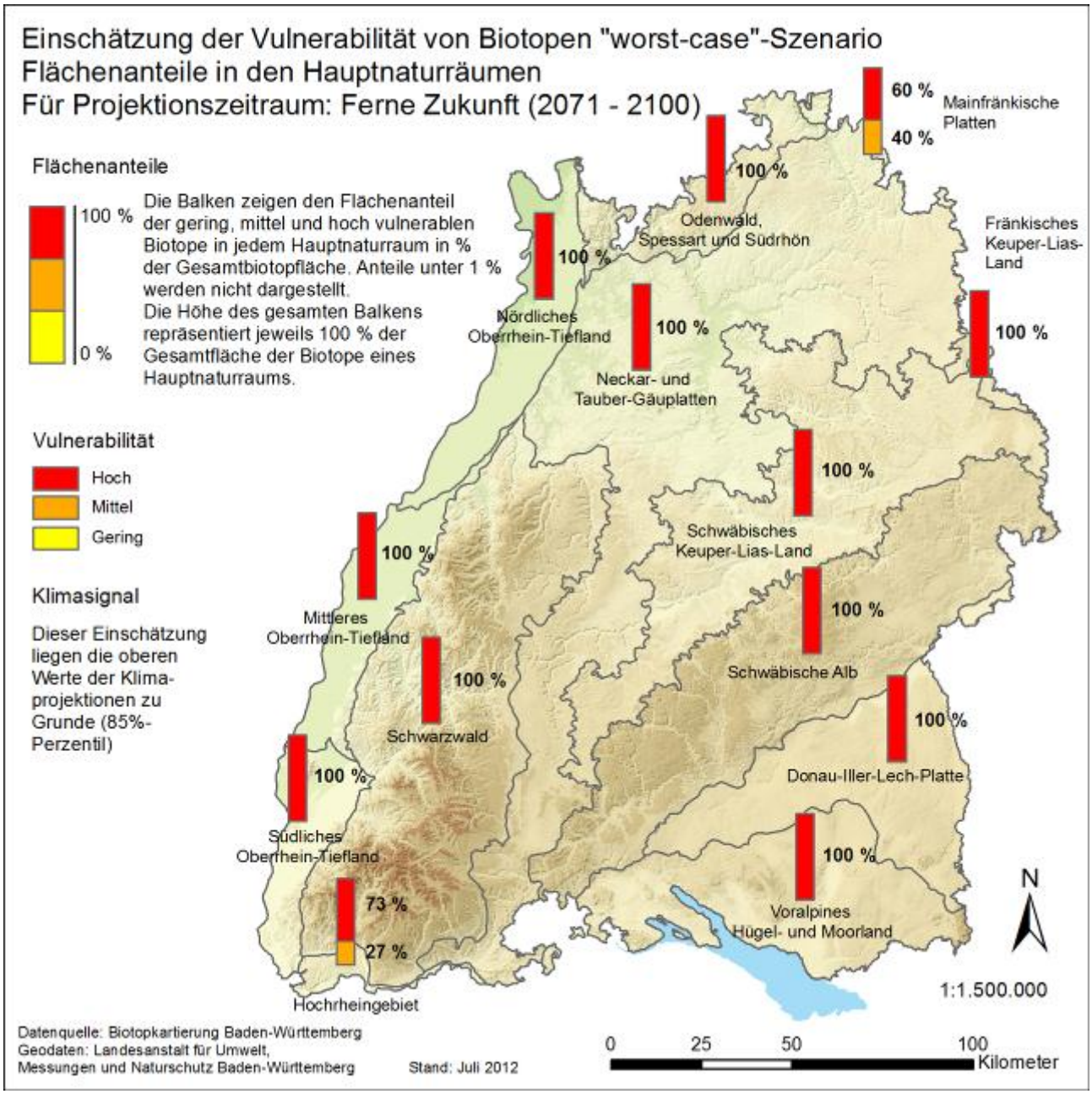


Abbildung 4: Flächenanteile der gering-, mittel-, und hochvulnerablen Biotope in den Hauptnaturräumen in ferner Zukunft

Bezug: 85 %-Perzentile (p85-Werte)

2.1.2 Kartographische Darstellung der Veränderungen von Klimaparametern für ausgewählte Lebensräume

Klimahüllen bieten die Möglichkeit, die klimatischen Standortanforderungen einer Art oder eines Lebensraums anschaulich für zwei Hauptparameter darzustellen. Dazu werden bedeutsame klimatische Parameter der Vorkommensbereiche der Arten oder Biotope gegeneinander aufgetragen (Abb. 5). Die in Abb. 5 als Beispiel verwendeten Klima-Parameter sind die Jahresmitteltemperaturen und die Niederschlagssumme. Weiter wurde der Niederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr und die klimatische Wasserbilanz analysiert. Hierbei ergaben sich jedoch keine wesentlichen Änderungen der Aussagen gegenüber der Jahresniederschlagsmenge. Als Vorkommensbereich wird ein Naturraum 4. Ordnung verwendet. Die einzelnen Naturräume werden durch ein Quadrat in der Grafik symbolisiert, das die jeweilige Jahresmitteltemperatur und die Niederschlagsmenge darstellt. Aus der Verteilung aller Werte-Kombinationen ergibt sich der klimatische Bereich, in dem die Art oder der Biotop unter derzeitigen Bedingungen in Baden-Württemberg vorkommen (grüne Linie: eine Hülle um alle Quadrate für den Ist-Zustand).

Durch einen Vergleich der derzeitigen Bedingungen in Baden-Württembergmit den projizierten Klima-Parametern in diesen Naturräumen (orange Linie) lässt sich abschätzen, wie sehr die Klima-Bedingungen in naher oder ferner Zukunft sich gegenüber jetzt verändern. Je stärker die Veränderung, desto eher kann es möglich sein, dass die untersuchten Biotoptypen Bedingungen erfahren, die in Baden-Württembergbislang nicht aufgetreten sind. Unterschieden werden drei Fälle:

- Geringe Veränderung: Standort- oder Biotoptypen verbleibt im Naturraum weiterhin in der Klimahülle (Fall A), die jetzt von den Parametern Temperatur und Niederschlag in Baden-Württemberg aufgespannt wird.
- Mittlere Veränderung: Klima-Parameter Temperatur und Niederschlag sind außerhalb der derzeitigen Klimahülle in Baden-Württemberg, aber noch im heutigen Spektrum (Fall B).
- Große Veränderung: Standort- oder Biotoptypen 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).

Diese drei Fälle können in Karten der Naturräume veranschaulicht werden. In den Karten wird nur das Ausmaß der Veränderung dargestellt. Die folgenden Karten (Abb. 6 bis 9) stellen für den Projektionszeitraum nahe Zukunft (2021-2050) die voraussichtlichen Veränderungen von Klimaparametern für ausgewählte Standort- oder Biotoptypen (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.

Geraten Standort- oder Biotoptypen 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 Standort- oder Biotoptypen 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.

Erläuterung von Klimahüllen am Beispiel von Niedermoorflächen

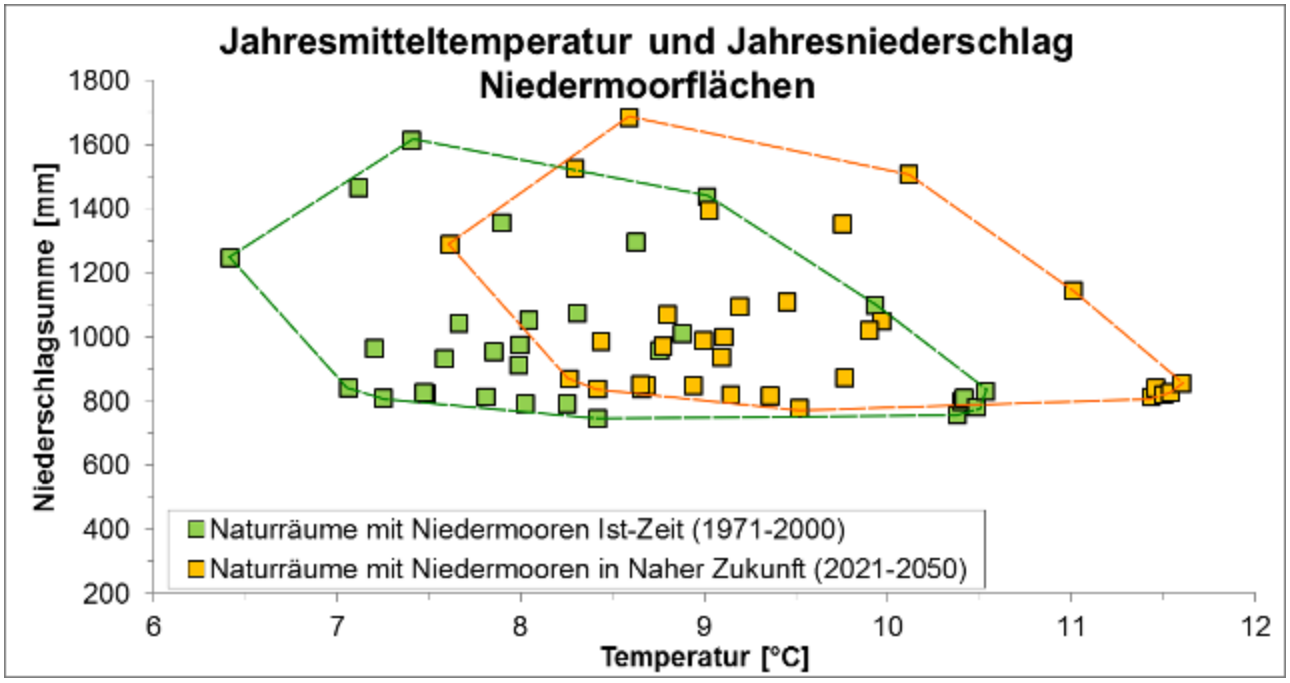


Abbildung 5: Klimahülle aus Jahresmitteltemperatur und Niederschlagssumme für Niedermoor-Flächen

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

Insgesamt verbleiben 22 der 31 Naturräume mit Niedermoorstandorten im Bereich der heutigen Klimahülle (Fall A). Diese decken 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 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 (Abb. 6 bis 8).
Eine starke Veränderung der Standortbedingungen (rote Farbe in Abb. 6 bis 8) 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.

Große Veränderungen werden sich für Niedermoorstandorte voraussichtlich im Bereich des Oberrhein-Grabens 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.

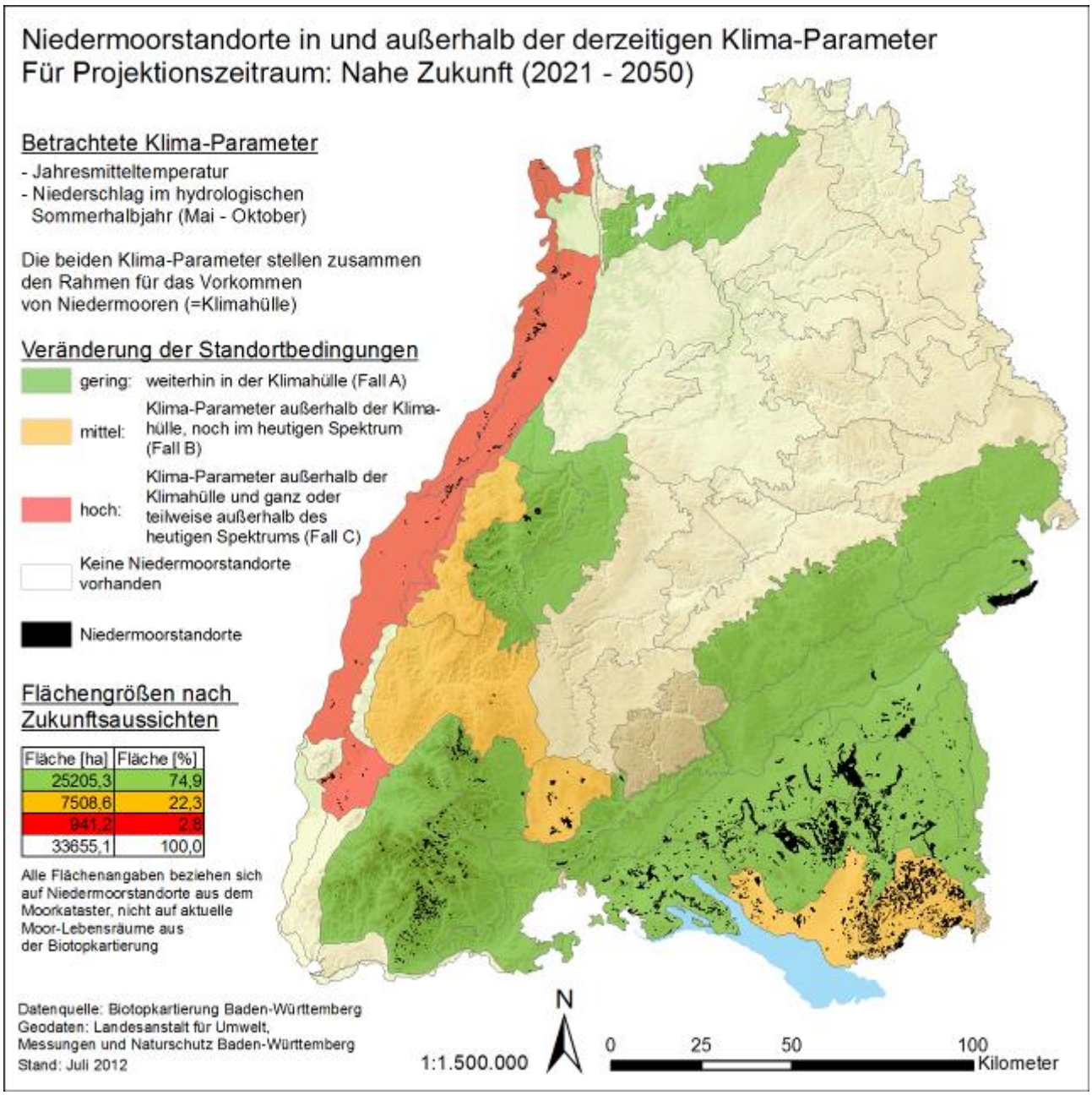


Abbildung 6: Veränderung der Standortbedingungen gemäß Klimahülle für Niedermoor-Standorte

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.

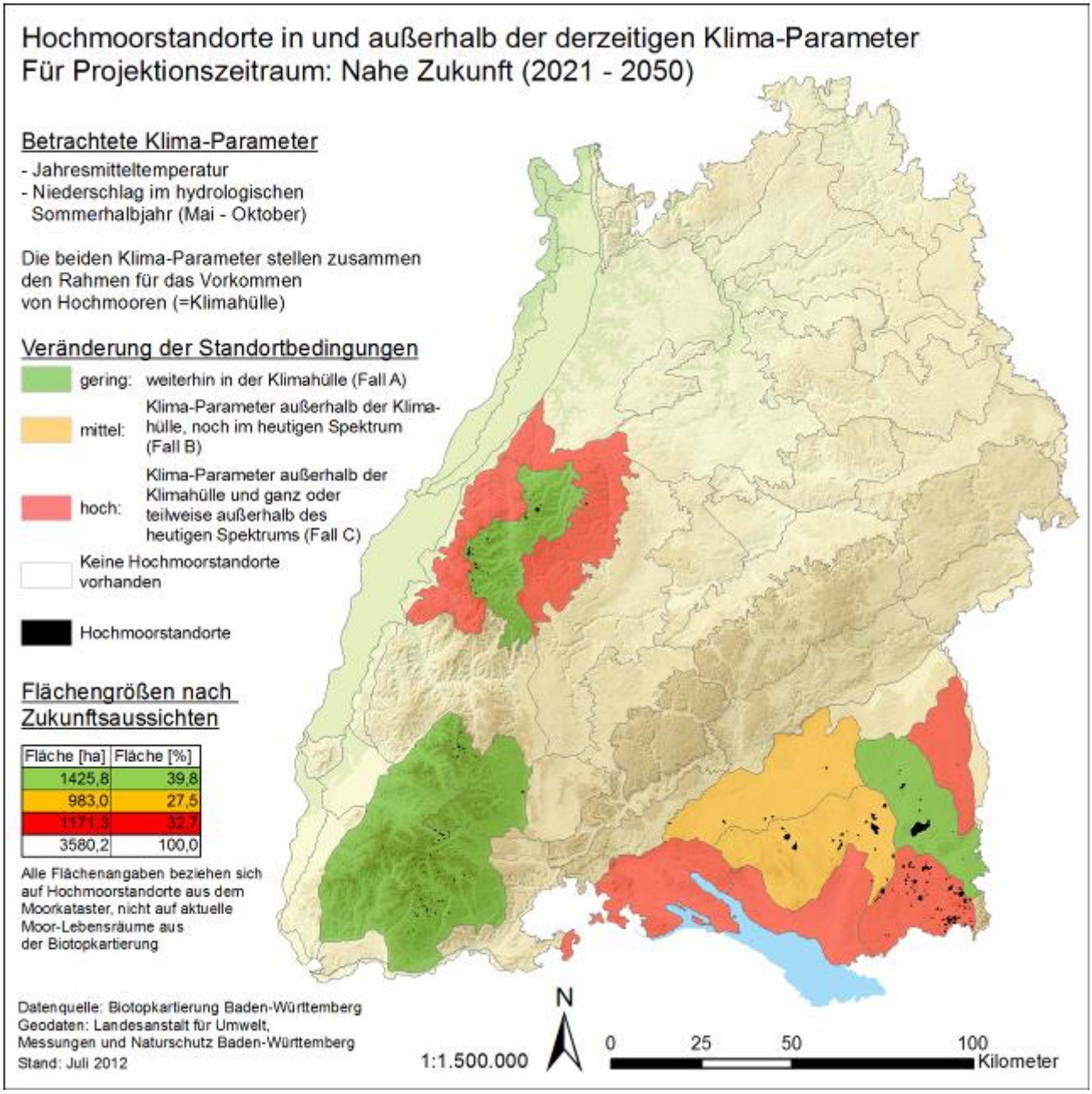


Abbildung 7: Veränderung der Standortbedingungen gemäß Klimahülle für Hochmoor-Standorte

Datenquelle: Flächen nach Moor-Kataster LUBW, Stand 16.07.2012

Nasswiesen basenreicher Standorte (Biotoptyp 33.22) 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 Biotoptypen ist daher in diesen Naturräumen zu rechnen.

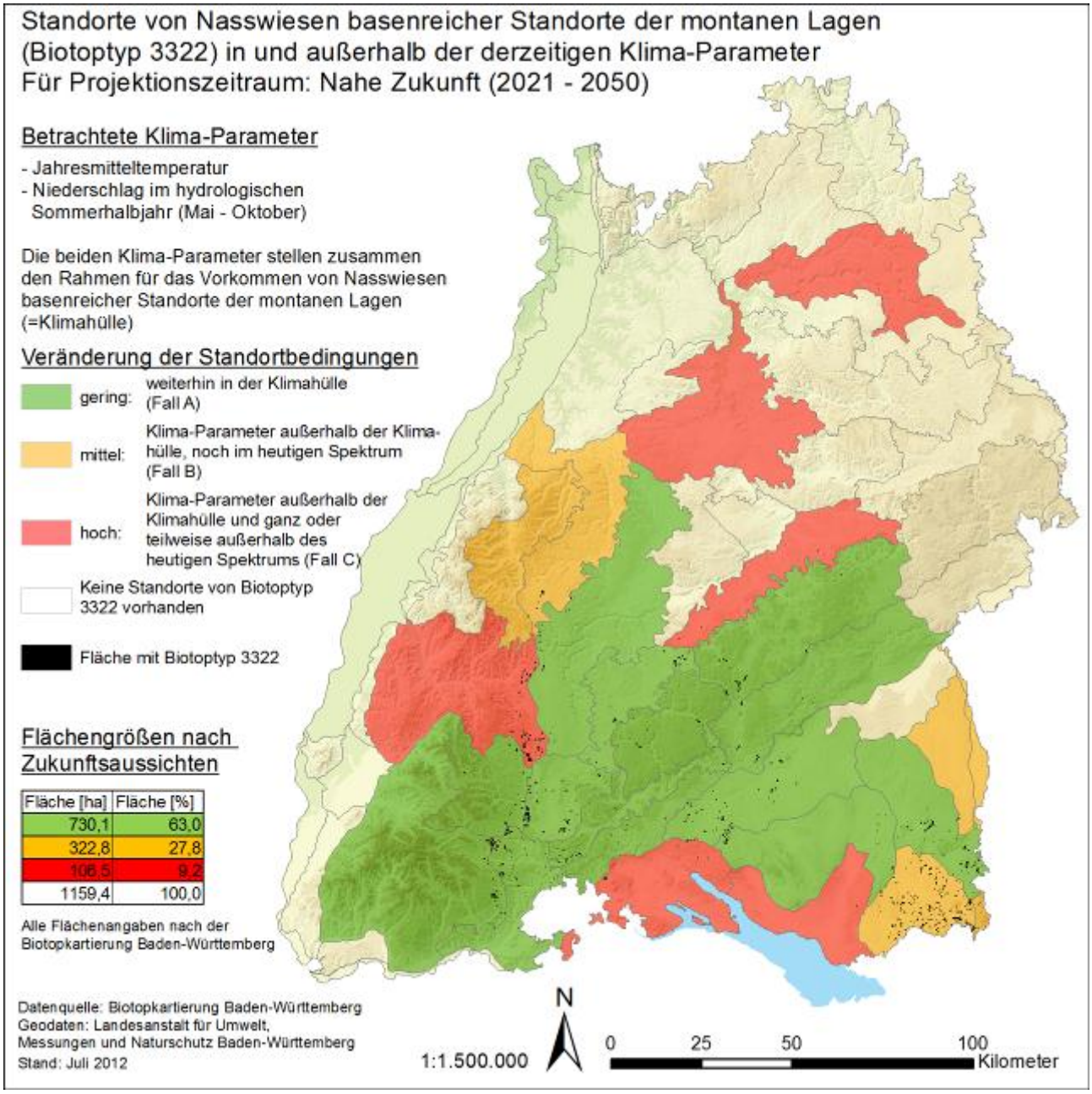


Abbildung 8: Veränderung der Standortbedingungen gemäß Klimahülle für Nasswiesen basenreicher Standorte der montanen Lagen (Biotoptyp 33.22)

Datenquelle: Flächen nach Biotopkartierung LUBW, Stand 16.07.2012

Wacholderheiden (Biotoptyp 36.30) 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 Biotoptyp voraussichtlich ungünstiger werden lässt.

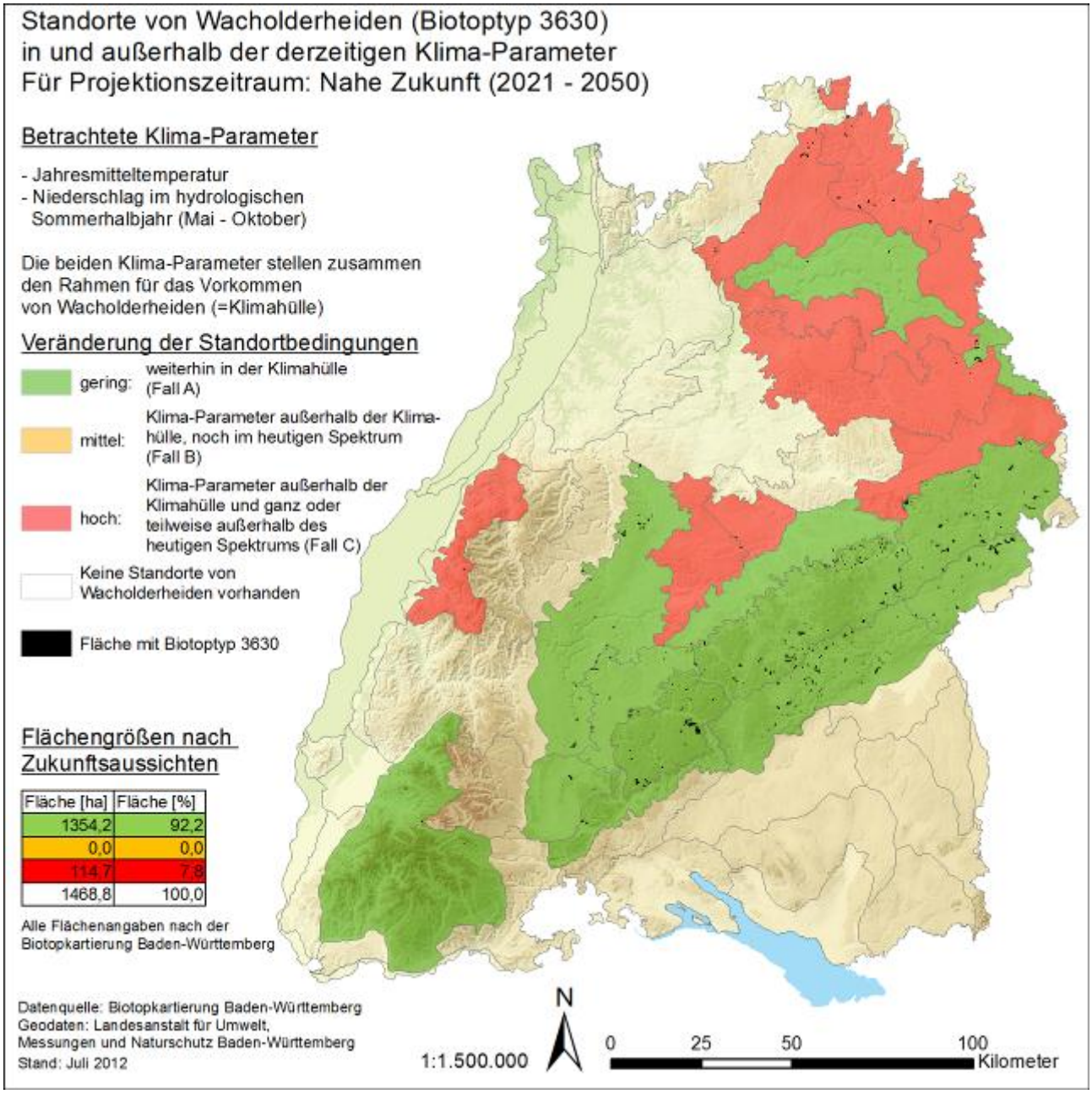


Abbildung 9: Veränderung der Standortbedingungen gemäß Klimahülle für Wacholderheiden (Biotoptyp 36.30)

Datenquelle: Flächen nach Biotopkartierung LUBW, Stand 16.07.2012

2.1.3 Projektionen der klimatischen Wasserbilanz

Die Projektionen der klimatischen Wasserbilanz für die nahe und ferne Zukunft liegen auch als Monatswerte vor, daher kann der projizierte Jahresverlauf untersucht werden. In der nahen

Zukunft ergibt sich voraussichtlich eine Erhöhung der monatlichen klimatischen Wasserbilanz für Januar bis Juni (50 %-Perzentilwerte) sowie für September bis Dezember, außerdem 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 für Juni bis September werden deutlich niedrigere monatliche Bilanzwerte projiziert. Bestimmte Vegetationstypen, vorrangig wasserabhängige Typen und Moore aller Art sowie Feucht- und Sumpfwälder, könnten durch die sich ergebende sommerliche Trockenheit (aufgrund der leicht negativen monatlichen klimatischen Wasserbilanz im Juli und der sehr 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 höchsten und niedrigsten monatlichen Werte der klimatischen Wasserbilanzen zwischen ca. 30 und 75 mm, in der nahen Zukunft zwischen ca. 10 und 90 mm, und in der fernen Zukunft zwischen -0,1 (Juli) und 100 mm (Dezember). Die Unterschiede zwischen den Monaten 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.

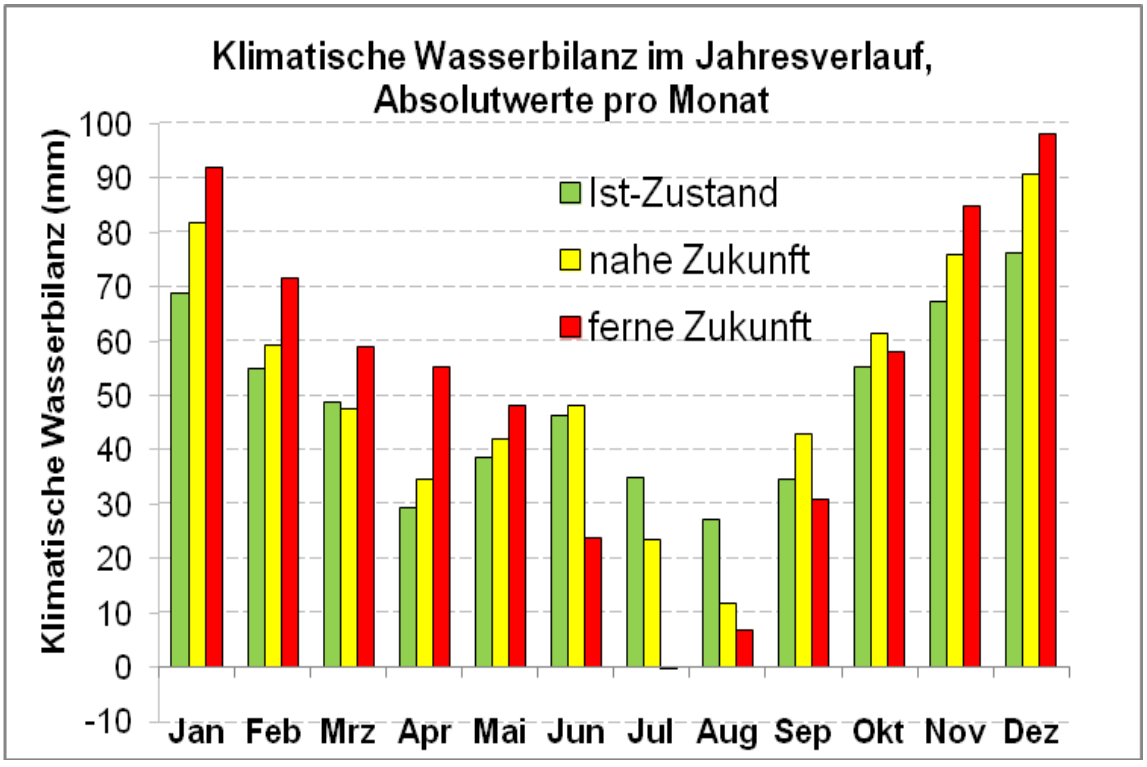


Abbildung 10: Klimatische Wasserbilanz: Absolutwerte pro Monat

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.

2.2 Naturräume in Baden-Württemberg

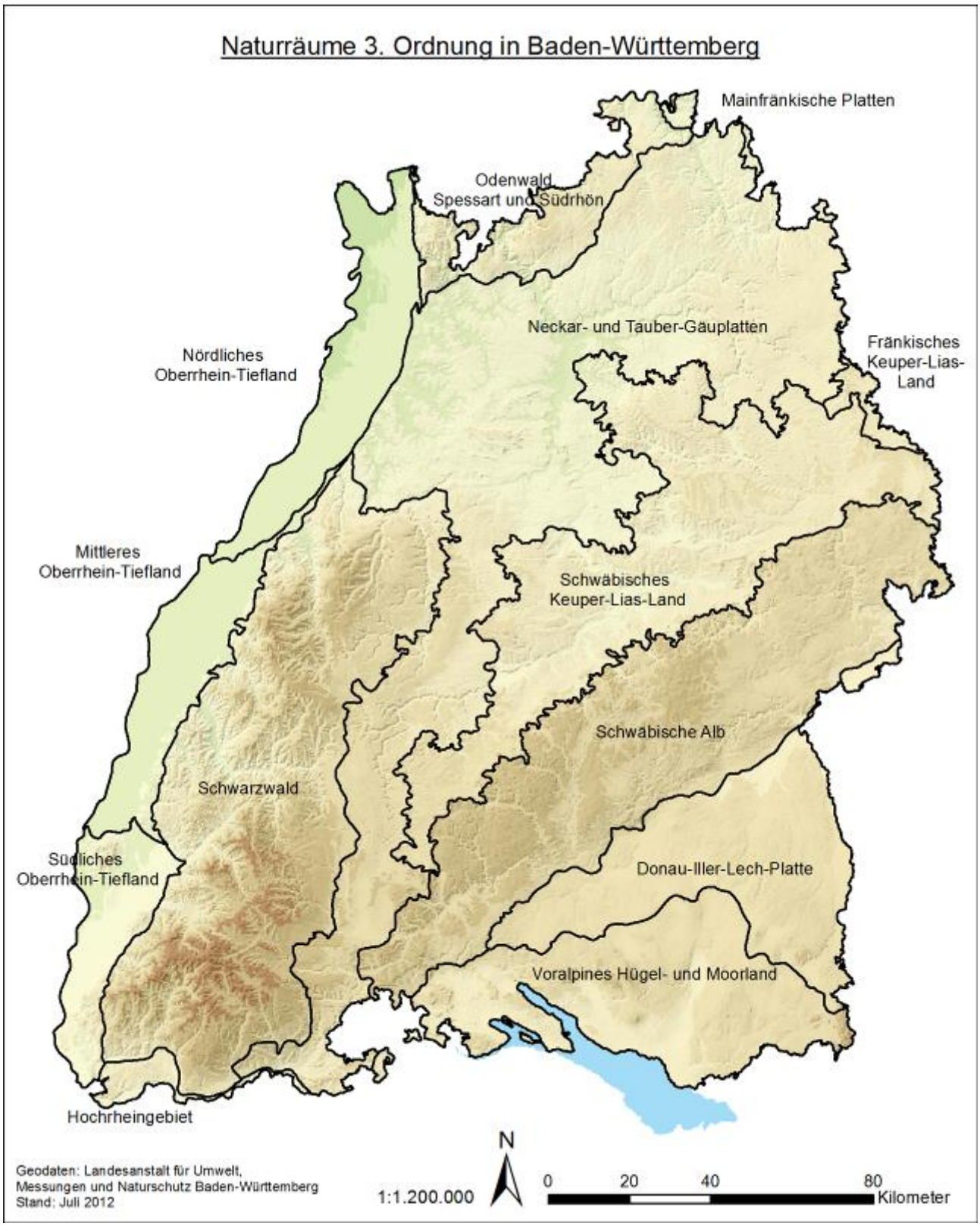


Abbildung 11: Naturräume 3. Ordnung in Baden-Württemberg (nach Meynen & Schmithüsen et al.)

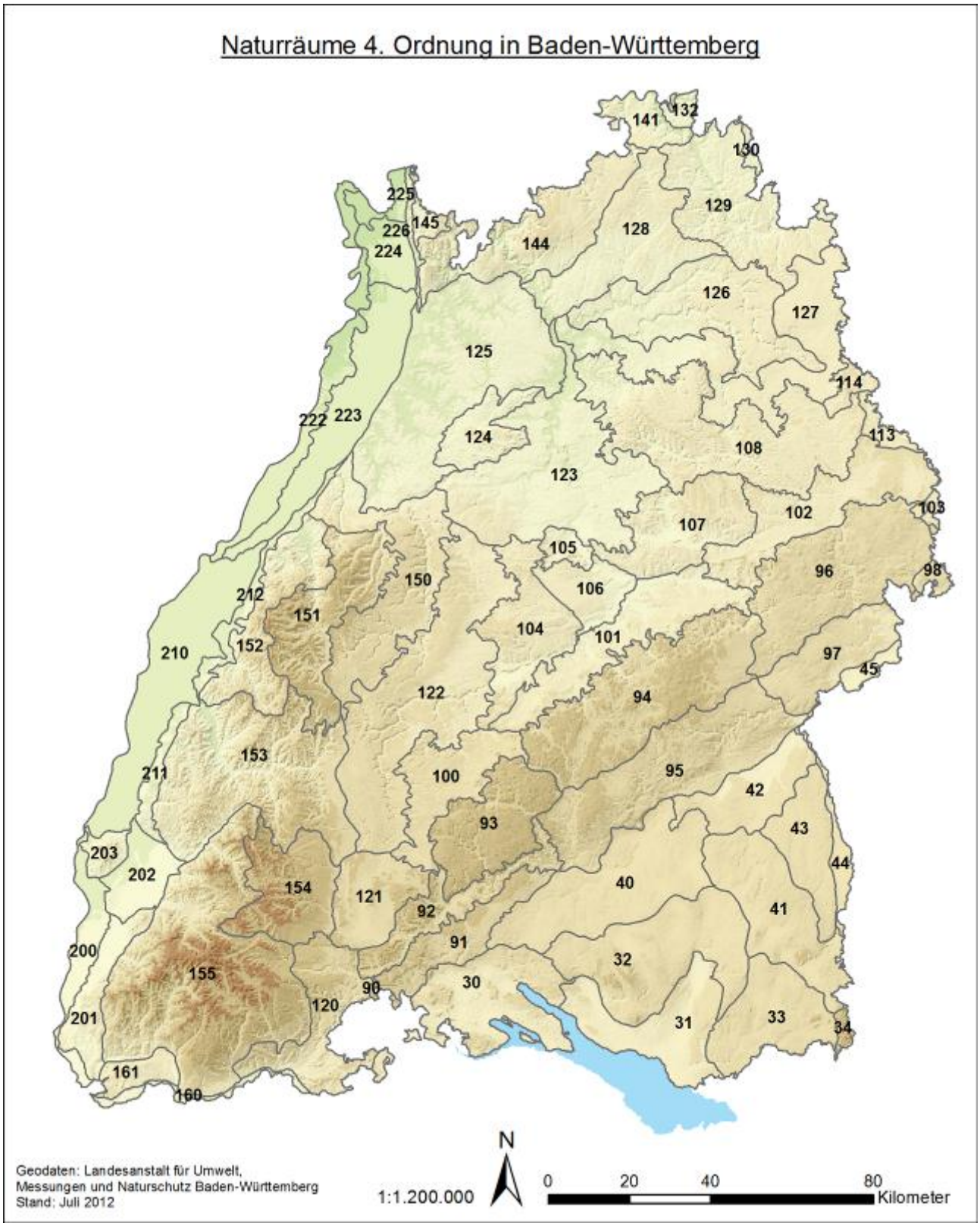


Abbildung 12: Naturräume 4. Ordnung in Baden-Württemberg (nach Meynen & Schmithüsen et al.)

Dargestellt ist der Code der Naturräume 4. Ordnung. Für die Namen der Naturräume siehe Tabelle 2, auf der folgenden Seite.

Tabelle 2: Naturräume 4. Ordnung in Baden-Württemberg: Naturraumcode und Name

Naturraum Code	Naturraum Name	Hauptnaturraum Code	Hauptnaturraum Name
30	Hegau	3	Voralpines Hügel- und Moorland
31	Bodenseebecken	3	Voralpines Hügel- und Moorland
32	Oberschwäbisches Hügelland	3	Voralpines Hügel- und Moorland
33	Westallgäuer Hügelland	3	Voralpines Hügel- und Moorland
34	Adelegg	3	Voralpines Hügel- und Moorland
40	Donau-Ablach-Platten	4	Donau-Iller-Lech-Platte
41	Riß-Aitrach-Platten	4	Donau-Iller-Lech-Platte
42	Hügelland der unteren Riß	4	Donau-Iller-Lech-Platte
43	Holzstöcke	4	Donau-Iller-Lech-Platte
44	Unteres Illertal	4	Donau-Iller-Lech-Platte
45	Donauried	4	Donau-Iller-Lech-Platte
90	Randen	9	Schwäbische Alb
91	Hegaualb	9	Schwäbische Alb
92	Baaralb und Oberes Donautal	9	Schwäbische Alb
93	Hohe Schwabenalb	9	Schwäbische Alb
94	Mittlere Kuppenalb	9	Schwäbische Alb
95	Mittlere Flächenalb	9	Schwäbische Alb
96	Albuch und Härtsfeld	9	Schwäbische Alb
97	Lonetal-Flächenalb	9	Schwäbische Alb
98	Ries-Alb	9	Schwäbische Alb
100	Südwestliches Albvorland	10	Schwäbisches Keuper-Lias-Land
101	Mittleres Albvorland	10	Schwäbisches Keuper-Lias-Land
102	Ístliches Albvorland	10	Schwäbisches Keuper-Lias-Land
103	Ries	10	Schwäbisches Keuper-Lias-Land
104	Schönbuch und Glemswald	10	Schwäbisches Keuper-Lias-Land
105	Stuttgarter Bucht	10	Schwäbisches Keuper-Lias-Land
106	Filder	10	Schwäbisches Keuper-Lias-Land
107	Schurwald und Welzheimer Wald	10	Schwäbisches Keuper-Lias-Land
108	Schwäbisch-Fränkische Waldberge	10	Schwäbisches Keuper-Lias-Land
113	Mittelfränkisches Becken	11	Fränkisches Keuper-Lias-Land
114	Frankenhöhe	11	Fränkisches Keuper-Lias-Land
120	Alb-Wutach-Gebiet	12	Neckar- und Tauber-Gäuplatten
121	Baar	12	Neckar- und Tauber-Gäuplatten
122	Obere Gäue	12	Neckar- und Tauber-Gäuplatten
123	Neckarbecken	12	Neckar- und Tauber-Gäuplatten
124	Strom- und Heuchelberg	12	Neckar- und Tauber-Gäuplatten
125	Kraichgau	12	Neckar- und Tauber-Gäuplatten
126	Kocher-Jagst-Ebenen	12	Neckar- und Tauber-Gäuplatten
127	Hohenloher-Haller-Ebene	12	Neckar- und Tauber-Gäuplatten
128	Bauland	12	Neckar- und Tauber-Gäuplatten
129	Tauberland	12	Neckar- und Tauber-Gäuplatten
130	Ochsenfurter- und Gollachgau	13	Mainfränkische Platten
132	Marktheidenfelder Platte	13	Mainfränkische Platten
141	Sandstein-Spessart	14	Odenwald, Spessart und Südrhön
144	Sandstein-Odenwald	14	Odenwald, Spessart und Südrhön
145	Vorderer Odenwald	14	Odenwald, Spessart und Südrhön
150	Schwarzwald-Randplatten	15	Schwarzwald
151	Grindenschwarzwald und Enzhöhen	15	Schwarzwald
152	Nördlicher Talschwarzwald	15	Schwarzwald
153	Mittlerer Schwarzwald	15	Schwarzwald

Naturraum Code	Naturraum Name	Hauptnaturraum Code	Hauptnaturraum Name
154	Südöstlicher Schwarzwald	15	Schwarzwald
155	Hochschwarzwald	15	Schwarzwald
160	Hochrheintal	16	Hochrheingebiet
161	Dinkelberg	16	Hochrheingebiet
200	Markgräfler Rheinebene	20	Südliches Oberrhein-Tiefland
201	Markgräfler Hügelland	20	Südliches Oberrhein-Tiefland
202	Freiburger Bucht	20	Südliches Oberrhein-Tiefland
203	Kaiserstuhl	20	Südliches Oberrhein-Tiefland
210	Offenburger Rheinebene	21	Mittleres Oberrhein-Tiefland
211	Lahr-Emmendinger Vorberge	21	Mittleres Oberrhein-Tiefland
212	Ortenau-Bühler Vorberge	21	Mittleres Oberrhein-Tiefland
222	Nördliche Oberrhein-Niederung	22	Nördliches Oberrhein-Tiefland
223	Hardtebenen	22	Nördliches Oberrhein-Tiefland
224	Neckar-Rheinebene	22	Nördliches Oberrhein-Tiefland
225	Hessische Rheinebene	22	Nördliches Oberrhein-Tiefland
226	Bergstraße	22	Nördliches Oberrhein-Tiefland

Literaturverzeichnis:

Breunig, T. (2002): Rote Liste der Biotoptypen Baden-Württemberg. Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 74: 259-307, Karlsruhe.

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).

Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3. Aufl., Goltze Verlag Göttingen. 262 S.

Hannah, L. (2009): A Global Conservation System for Climate-Change Adaptation. Conservation Biology 24 (1), 70-77.

Hannah, L., Midgley, G., Andelman, 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.

LUBW (1992 – 2010): Aktuelle Rote Listen Baden-Württembergs. Download von: http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/29039/

Menzel, A., Estrella, N., Fabian, P. (2005): Phänologie - Pfl anzen 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.

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.

Petermann, J., Balzer, S., Ellwanger, G., Schroder, E., Ssymank, A. (2007): Klimawandel – Herausforderung für das europaweite Schutzgebietssystem Natura 2000. Naturschutz und Biolog. Vielfalt 46, 33-48.

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 Biolog. Vielfalt Heft 98.

Schlumprecht, H., Bittner, T., Jaeschke, A., Jentsch, A., Reineking, B., Beierkuhnlein, C. (2010): Gefahrdungsdisposition von FFH-Tierarten Deutschlands angesichts des Klimawandels. Eine vergleichende Sensitivitatsanalyse. Naturschutz und Landschaftsplanung 42 (10), 293-303.

Thomas, C. et al. (2012): Protected areas facilitate species' range expansions. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1210251109.