

WALD UND KLIMAWANDEL IN RHEINLAND-PFALZ

DYNAMIK VON WALDNATURSCHUTZOBJEKTEN



Eichen-Blockschuttwald am Donnersberg

Foto: Archiv FAWF

Der Wald in Rheinland-Pfalz beherbergt eine Vielzahl an naturschutzfachlich wertvollen und geschützten Flächen, die sich durch eine besondere Arten- und Lebensraumvielfalt auszeichnen. Infolge des Klimawandels, insbesondere durch Temperaturanstieg, Veränderung der Niederschläge und häufig auftretende extreme Wetterereignisse wird erwartet, dass viele Standorte deutliche Veränderungen erfahren. Lebensräume und Arten könnten in ihrer Zusammensetzung und Dynamik erheblich beeinflusst werden. Doch welche der vielen Tausend Naturschutzflächen im Land sind im Klimawandel besonders gefährdet? Wo müssen die Managementziele gegebenenfalls angepasst werden?

Um diese Fragen zu beantworten, wird mit Hilfe von Szenarien die Veränderung bzw. die Dynamik von Lebensräumen im Wald analysiert und die mögliche Betroffenheit von naturschutzrelevanten Waldlebensräumen im Klimawandel eingeschätzt.

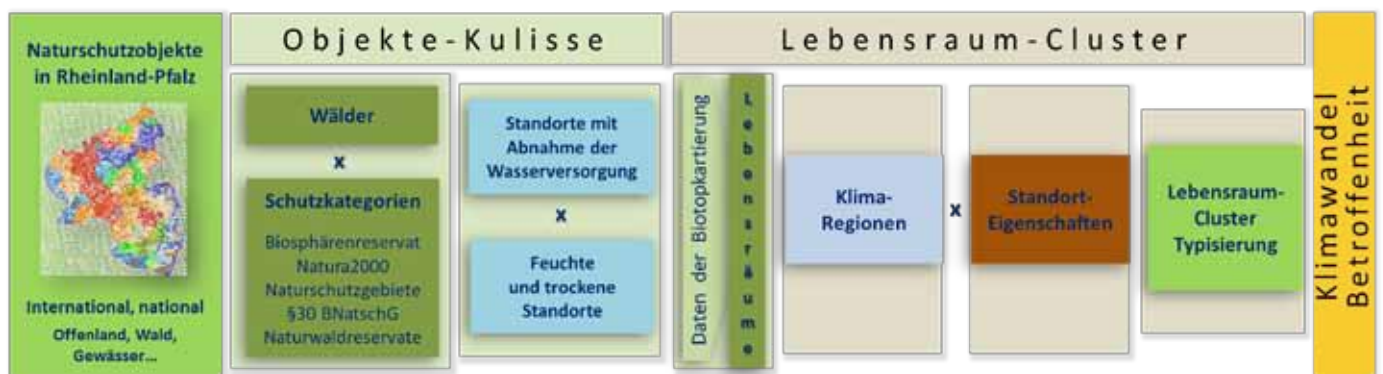
Naturschutzobjekte im Wald

Nach internationalem und/oder nationalem Recht sind in Rheinland-Pfalz derzeit ca. 84.500 Naturschutzobjekte ausgewiesen, welche sich auf Gewässer-, Offenland- oder Waldbiotope verteilen. Zur Einschätzung der Betroffenheit von Waldnaturschutzobjekten durch den Klimawandel wurde ein mehrstufiges Verfahren angewandt. Die ersten wesentlichen Schritte sind:

- i) die Auswahl der Objekt-Kulisse, die vom Klimawandel besonders gefährdet sein könnte und
- ii) die Bildung von Lebensraum-Clustern.

Die verschiedenen Naturschutzkategorien unterscheiden sich in ihrer Größe, ihrem spezifischen Schutzzweck und ihren naturschutzfachlichen Zielsetzungen. Für die Abschätzung der klima-

wandelbezogenen Betroffenheit bzw. Dynamik von Naturschutzobjekten wurden Kategorien herangezogen, für die das Land im internationalen und nationalen Kontext eine besondere Verantwortung hat oder welche landesspezifisch von besonderer Bedeutung und Schutzwürdigkeit sind: Biosphärenreservate, Natura-2000-Gebiete, Naturschutzgebiete und Biotope nach § 30 Bundesnaturschutzgesetz. Die Analyse konzentrierte sich darüber hinaus auf waldgeprägte Objekte, die repräsentativ für den rheinland-pfälzischen oder gar den mitteleuropäischen Raum sein können. Daher wurden auch Naturwaldreservate einbezogen, die als Referenzflächen der natürlichen Waldentwicklung nach Waldrecht geschützt sind¹⁾.



¹⁾ Der Nationalpark Hunsrück-Hochwald war zum Zeitpunkt der Analyse noch nicht rechtskräftig ausgewiesen und abgegrenzt.

Übersicht über die Naturschutzflächen bzw. -zonen der berücksichtigten Kategorien, die einen Waldcharakter aufweisen (Stand Februar 2015)

Naturschutzkategorien bzw. -zonen	Gesamtanzahl	Waldcharakter*	
		Anzahl	Fläche (ha)
Biosphärenreservat: Kernzonen (BR-KZo)	16	16	3.742
Natura-2000: Flora-Fauna-Habitat Gebiete (FFH)	120	108	190.668
Naturschutzgebiete (NSG)	520	371	33.003
Biotope nach § 30 Bundesnaturschutzgesetz (§ 30 BNatSchG)	46.861	7.771	15.097
Naturwaldreservate (NWR)	54	54	2.032

* Bei BR-KZo und NSG über eine Verschneidung mit der Waldfläche von Rheinland-Pfalz (AKTIS), bei FFH und § 30 BNatSchG über Gebietsmerkmalstabellen erfasst.

Waldnaturschutzobjekte unter heutigen und möglichen künftigen Bedingungen

Der Klimawandel spiegelt sich in einer Vielfalt von Veränderungen meteorologischer Phänomene und deren Interaktionen mit weiteren Umweltfaktoren wider. Um zu analysieren, welche Naturschutzobjekte in rheinland-pfälzischen Wäldern besondere Veränderungen infolge des Klimawandels erfahren könnten, wurden vom Fach Physische Geografie der Universität Trier zwei Indikatoren berechnet (potenzieller Trockenstress „Bwd9“ und jährliche Wasserbilanz „jWB“), welche verschiedene klimatische und auch standörtliche Parameter aggregieren. In einem zweiten Schritt wurden zusätzlich Objekte auf trockenen bzw. feuchten Standorten selektiert.

Potenzieller Trockenstress in der Vegetationszeit

Die Veränderung des Wasserhaushaltes von Waldstandorten kann für die Dynamik von Naturschutzobjekten entscheidend sein. Mit Hilfe des Indikators „Bwd9“ („Bodenwasser-daily-9mm“) wurden Simulationen zum Wasserhaushalt auf Standorten im Wald durchgeführt. Ausgehend von der Häufigkeit und Intensität von Wasserdefiziten im Wurzelraum von Buchenbeständen kann der Indikator auch allgemein für bestockte Waldstandorte als Indikator für potenziellen Trockenstress in der Vegetationszeit und dessen Änderungen im Klimawandel herangezogen werden.

Nach einer Klassifizierung der Bwd9-Werte wurde die Veränderung dieses Indikators für die Zeiträume 1971–2000 („Referenz“) und 2071–2100 („ferne Zukunft“) untersucht und sieben Klassen zugeordnet:

- Erhöhung des Wasserangebots;
- stabil hohes Wasserangebot;
- stabil geringes Wasserangebot;
- mäßige Austrocknung (weiterhin mittleres bis hohes Wasserangebot);
- Austrocknung (weiterhin abnehmendes Wasserangebot);
- markante Austrocknung (von mittlerem zu geringem Wasserangebot);
- sehr markante Austrocknung (von hohem zu geringem Wasserangebot).

Die Höhenlagen (Eifel, Westerwald, Hunsrück, Pfälzerwald) sowie Regionen mit günstigeren Bodenverhältnissen werden im Verlauf des Jahrhunderts wenig anfällig bleiben. Dagegen schneiden Gebiete mit eher ärmeren Böden und einem planar oder auch kollin geprägten Klima deutlich schlechter ab. Auf dieser Grundlage bleibt die große Mehrzahl der Naturschutzobjekte in der Kategorie *stabil hohes Wasserangebot* oder erfährt eine *mäßige Austrocknung*. Standorte mit einer möglicherweise stärkeren Austrocknungstendenz wurden priorisiert und anschließend jene Objekte

weiter betrachtet, die unter die Kategorien *markante Austrocknung* und *sehr markante Austrocknung* fallen. Auf diese Weise wurden 504 Objekte als vom Klimawandel vermutlich besonders betroffen zur weiteren Analyse selektiert, 115 davon mit einer *sehr markanten Austrocknung*.

Jährliche Wasserbilanz

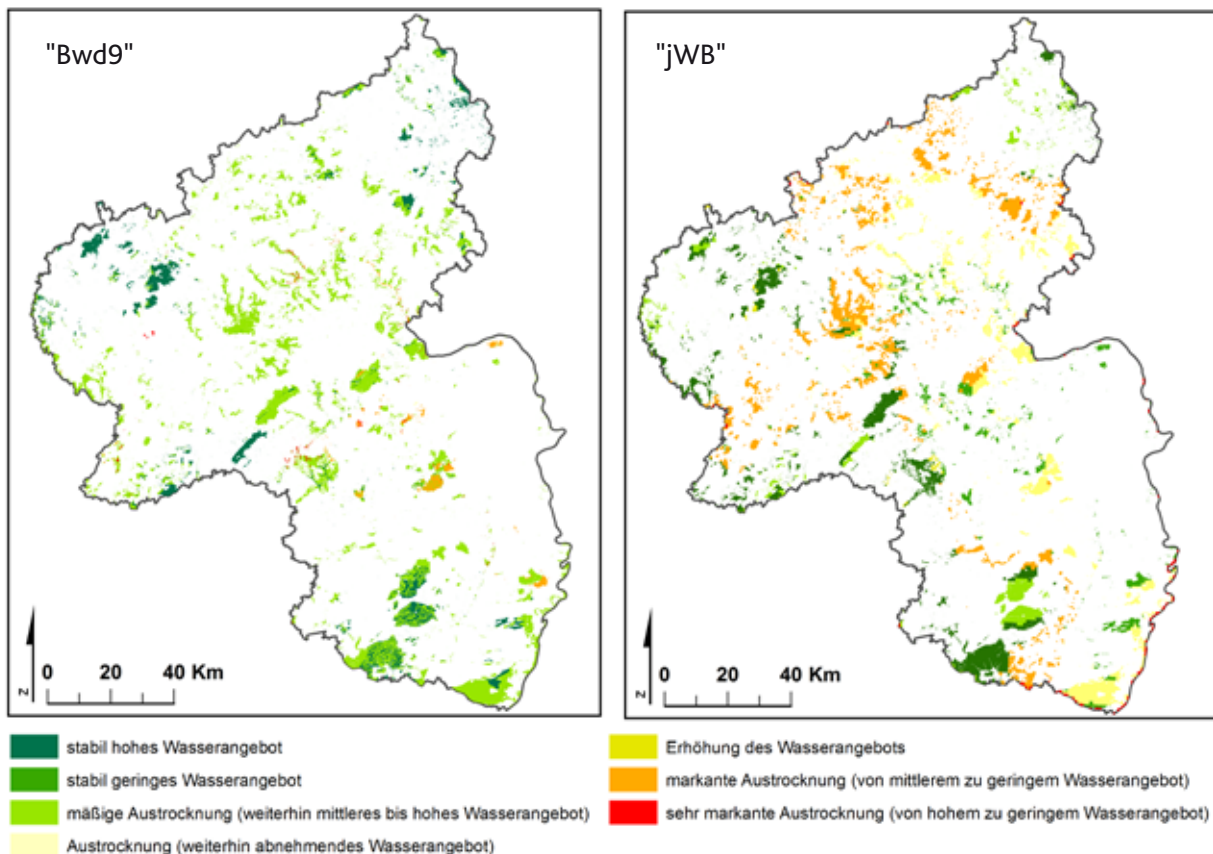
Die für das Wasserangebot an Standorten häufig als Kenngröße verwendete Wasserbilanz basiert auf dem Niederschlag, der Verdunstung und dem Abfluss. Simulationen zum Landschaftswasserhaushalt in verschiedenen Regionen stellen die Tallagen von Rheinland-Pfalz als sensitive Regi-

onen dar. Die damit verbundene Veränderung des Wasserhaushaltes kann für viele Pflanzen künftig erhöhten Wasserstress bedeuten.

Analog zum oben beschriebenen Verfahren für den Indikator „Bwd9“, wurden mit dem Indikator *jährliche Wasserbilanz* („jWB“) für die Referenzzeit (1971-2000) und die ferne Zukunft (2071-2100) die jährlichen Wasserbilanz-Werte in sechs Stufen von „äußerst hoch“ bis „sehr gering“ eingeordnet und anschließend den bereits genannten sieben Veränderungsklassen zugeordnet. Objekte mit einer möglichen stärkeren Austrocknungstendenz – *markante Austrocknung* (von mittlerem

Veränderungen des Indikators „Bwd9“ (links) und „jWB“ (rechts) zwischen dem Referenzzeitraum (1971-2000) und der fernen Zukunft (2071-2100) nach Klimaprojektion A1B-trocken (relativ starke Klimaänderung) anhand einer Klasseneinteilung für die Naturschutzobjekte mit Waldcharakter innerhalb der betrachteten Naturschutzkategorien

Die Objekte mit einer möglichen stärkeren Austrocknungstendenz – *markante Austrocknung* (von mittlerem zu geringem Wasserangebot) (orange) und *sehr markante Austrocknung* (von hohem zu geringem Wasserangebot) (rot) – wurden weiter analysiert.



zu geringem Wasserangebot) und *sehr markante Austrocknung* (von hohem zu geringem Wasserangebot) – wurden ebenso weiter analysiert. Auch bei diesem Indikator bleiben vor allem in den Höhenlagen des Landes positive Wasserbilanzen im Verlauf des Jahrhunderts erhalten, während in der Nordpfalz, der Rheinebene, dem Neuwieder-Becken und an der Lahn eher trockenere Verhältnisse projiziert werden. Im Moseltal, in niedrigen Lagen der Osteifel und des Westerwaldes sowie im nördlichen und südöstlichen Pfälzerwald finden sich jedoch deutliche Austrocknungen. Ein großer Teil der Naturschutzobjekte ist mit den Stufen *stabil hohes Wasserangebot* und *mäßige Austrocknung* (weiterhin abnehmendes Wasserangebot) charakterisiert. Nach dem vorgestellten Verfahren sind 1.235 Objekte als vom Klimawandel vermutlich besonders betroffen zu berücksichtigen, 66 davon sind mit einer *sehr markanten Austrocknung* (von hohem zu geringem Wasserangebot) charakterisiert.

Extreme Standorte

Es sind vor allem besondere Standorte, auf denen schützenswerte Arten und Lebensräume vorkommen und sich natürliche Prozesse abspielen. Die Besonderheit hängt dabei oft mit der Seltenheit oder Schönheit der Objekte zusammen und ist oft durch extreme Standortbedingungen geprägt.

Unter der Annahme, dass trockene und warme Verhältnisse zunehmen, wäre zu erwarten, dass trockene Standorte noch trockener werden und extrem feuchte Standorte deutlich trockener werden. In beiden Fällen können heutige Artenvorkommen und Prozesse bedroht sein. Anhand der aktualisierten Standortinformationen für die heutige potenzielle natürliche Vegetation von Rheinland-Pfalz, erstellt durch das Landesamt für Umwelt und Gewerbeaufsicht, wurde eine Analyse der Standorteigenschaften der waldgeprägten Naturschutzobjekte durchgeführt. Hierbei wurden die Kategorien „Feuchtstandorte“, „Flussauen“ sowie „Sümpfe und Moore“ als *Feuchtgebiete* bezeichnet, die Kategorien „Trockengebiete“ und „wechsel-trockene Gebiete“ wurden als *Trockengebiete* bezeichnet.

Die Standorte verändern sich stark mit den Bodeneigenschaften sowie mit den örtlichen klimatischen Gegebenheiten und weisen deswegen eine deutliche lokale Variation auf. In den unterschiedlichen Naturschutzkategorien entfällt eine höhere Anzahl von Waldnaturschutzobjekten auf *Feuchtgebiete* als auf *Trockengebiete*.

Übersicht über die Waldnaturschutzobjekte in *Feucht-* und *Trockengebieten*

	<i>Feuchtgebiete</i>		<i>Trockengebiete</i>	
	Anzahl Objekte	mittlere Fläche Objekte (ha)	Anzahl Objekte	mittlere Fläche Objekte (ha)
<i>BR-KZo</i>	1	23	1	227
<i>FFH</i>	32	2.033	13	2.686
<i>NSG</i>	195	93	85	78
<i>§ 30 BNatschG</i>	3.121	2	1.861	3
<i>NWR</i>	10	32	4	30

Abkürzungen siehe Tabelle "Übersicht über die Naturschutzflächen"

Ausgewählte Waldnaturschutzobjekte

Während mit Hilfe der beiden Indikatoren des Wasserangebots Objekte des Waldnaturschutzes abgebildet wurden, die sich infolge des Klimawandels – ggf. auch gravierend – verändern können (*Kulisse I*), umfasst die *Kulisse II* Objekte, die aufgrund ihrer bereits heute extremen Bedingungen besonders gefährdet sein können. Sämtliche identifizierten Objekte können sich durch den Klimawandel bedeutsam verändern; wegen der insgesamt großen Anzahl an Objekten wurden für die weitere Betrachtung allerdings nur solche

herangezogen, die zu beiden Kulissen gehören. Daraus resultieren 977 Waldnaturschutzobjekte.

Aus der Verschneidung von beiden Kulissen sind verschiedene Kombinationen von Standorteigenschaften und Wasserangebotsveränderungen erkennbar, wobei fast die Hälfte der betrachteten Objekte in *Trockengebieten* mit einer *markanten Austrocknung* vorzufinden ist. Objekte mit *sehr markanter Austrocknung* sind weniger häufig und v.a. auf *Feuchtgebiete* beschränkt.

Zusammenfassung der Waldnaturschutzobjekte unter *Kulisse I* und *Kulisse II* sowie ihr Vorkommen in beiden Kulissen

	Indikator	Anzahl Objekte	alle Objekte $KI \cup KII$	gemeinsame Objekte $KI \cap KII$
<i>Kulisse I</i> stärkere klimatische Veränderungen möglich	<i>Bwd9</i>	504	5.934 Objekte	977 Objekte
	<i>jWB</i>	1.235		
<i>Kulisse II</i> heutige extreme Standorteigenschaften	<i>Feuchtgebiete</i>	3.359		
	<i>Trockengebiete</i>	1.954		

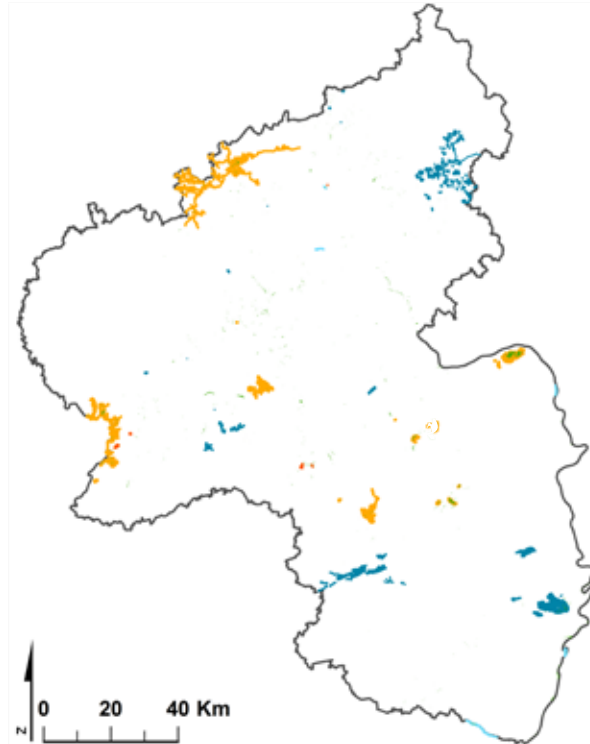
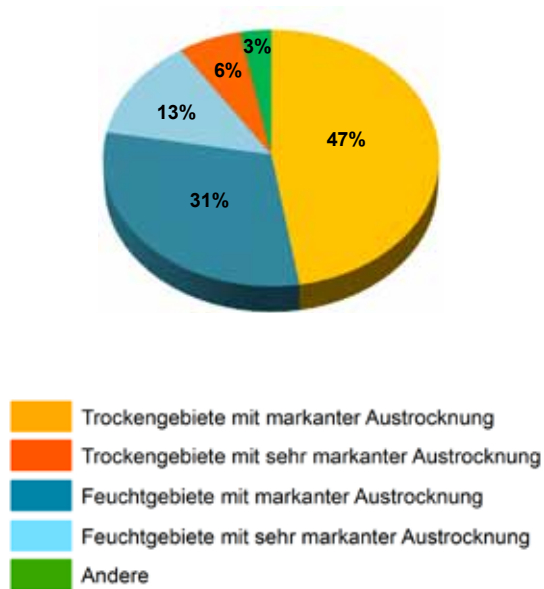
Flächengröße

Rund 80 % aller selektierten Objekte sind nicht größer als 5 ha und ca. ein Viertel ist nicht größer als 0,5 ha. Auch wenn sich aufgrund der räumlichen Auflösung von Standort- und Klimainformationen die Betrachtung von sehr kleinen Flächen als schwierig erweist, sind aus naturschutzfachlicher Sicht die dort auftretenden

Arten, Lebensräume und natürlichen Prozesse möglicherweise besonders vom Klimawandel betroffen, bzw. durch den Klimawandel gefährdet. Solche Objekte haben in der Regel eine geringere Elastizität und somit ein geringeres Reaktionspotenzial als Objekte mit größerer Fläche.

Ausgewählte Waldnaturschutzobjekte

Resultierende Kombinationen aus den Standortseigenschaften und den Veränderungen des Wasserangebotes infolge der Verschneidung von *Kulisse I* und *Kulisse II*. Unter „Andere“ werden Naturschutzobjekte aufgeführt, die gleichzeitig trockene und feuchte Verhältnisse aufweisen.



Lebensraum Cluster

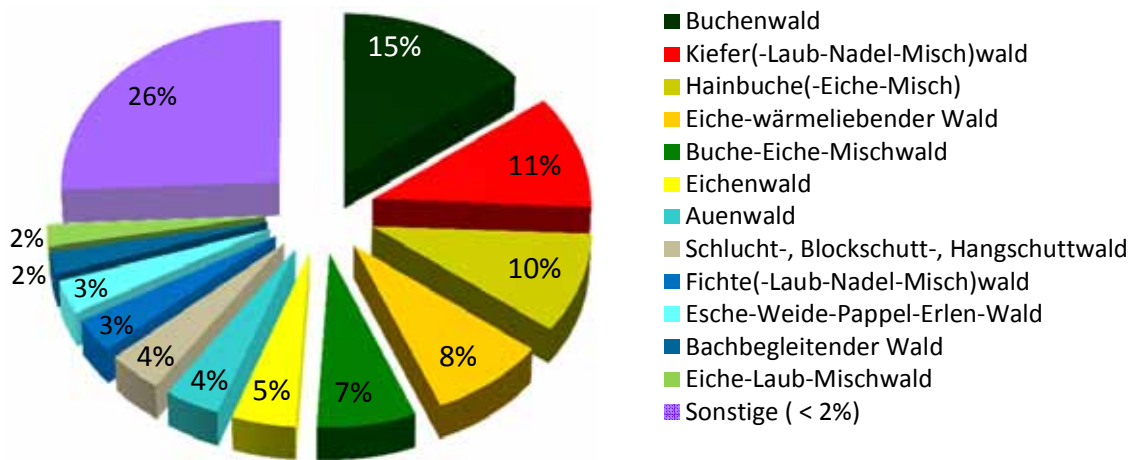
Bei der Gesamtkulisse von Waldnaturschutzobjekten sowie innerhalb der einzelnen Objekte selbst sind vielfältige Waldbiotop zu finden. Mit einer Typisierung in Lebensraum-Cluster, d.h. räumlich zusammenhängenden Einheiten aus Waldlebensräumen, Standortseigenschaften und klimatischen Bedingungen, ist eine bessere Charakterisierung und somit Einschätzung der möglichen Betroffenheit der Kulisse von Waldnaturschutzobjekten im Zuge des Klimawandels möglich.

Lebensräume der Waldnaturschutzobjekte

Um welche Wälder bzw. Waldlebensräume es sich bei den bisher identifizierten Naturschutzobjekten handelt, wurde anhand der landesweiten Biotopkartierung untersucht. Dieses kontinuierlich aktualisierte Kataster liegt zwar nicht flächendeckend für ganz Rheinland-Pfalz vor, doch Flächen oder einzelne Naturdenkmale, die geschützt sind oder aus der Sicht des Naturschutzes schutzwürdig

sind, sind in großen Teilen abgedeckt. Insgesamt wurden 95 Waldbiotoptypen identifiziert und zusammen mit Experten typisiert und gruppiert. Orientiert an den Baumartenmischungen und Baumartenansprüchen, den standortsbedingten Vorkommen und der möglichen Klimawandelbetroffenheit resultieren daraus 30 Lebensräume. Diese umfassen insgesamt eine Fläche von ca. 9.400 ha.

Innerhalb der Kulisse der Naturschutzobjekte ist der Buchenwald der dominierende Lebensraum mit ca. 1.400 ha. Danach folgt der Kiefern(Laub-Nadel-Misch)wald. Wälder, bei denen die Eiche als Haupt- oder Mischkomponente auftritt, kommen ähnlich häufig vor. Unter „Sonstige“ werden Lebensräume wie Pionierwälder, Waldränder sowie sonstige Wälder aus einheimischen oder nicht einheimischen Laub- oder Nadelbaumarten zusammengefasst.



Klimaverhältnisse der Waldnaturschutzobjekte

Die Zuordnung der Lebensräume zu regionalen klimatischen (und lokalen standörtlichen) Verhältnissen erlaubt eine verbesserte Aussage zu den künftigen möglichen Folgen des Klimawandels. Hierzu werden die nach der saisonalen Verteilung und Menge des heutigen und möglichen künftigen Niederschlags abgegrenzten 13 Klimaregionen für Rheinland-Pfalz mit den Lebensräumen der ausgewählten Naturschutzobjekte kombiniert. Die Lebensräume innerhalb

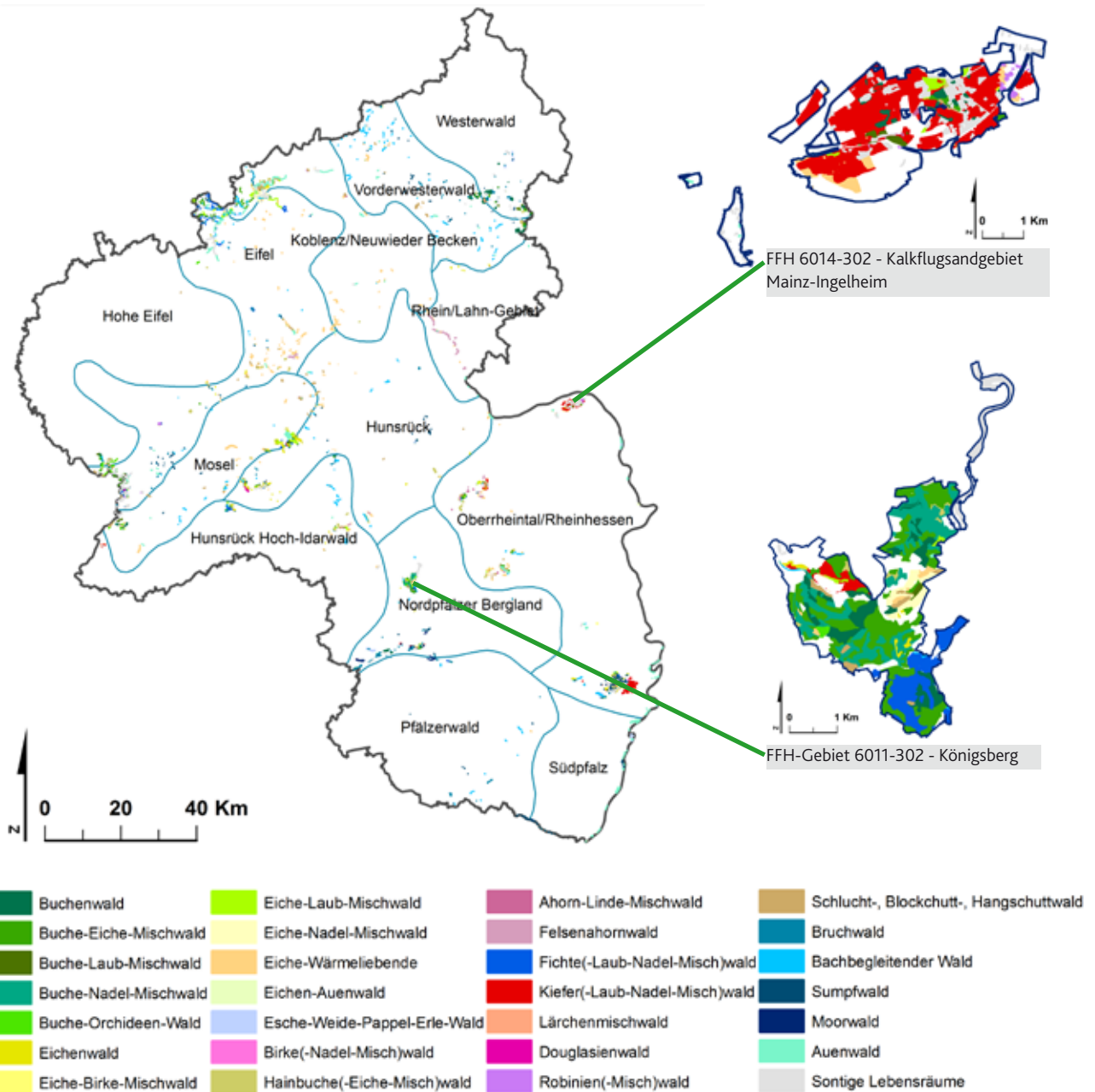
derselben Klimaregion finden heute dort ähnliche klimatische Verhältnisse vor und es kann angenommen werden, dass diese Objekte auch künftig regional ähnliche klimatische Veränderungen (in ihrer Tendenz und Größenordnung) erfahren könnten. Das Oberrheintal bzw. Rheinhessen ist mit ca. 2.500 ha die Klimaregion mit der größten Fläche an typisierten Lebensräumen, während der Pfälzerwald lediglich eine Flächensumme von ca. 60 ha aufweist.



Totholz in einem grenzüberschreitenden Naturschutzobjekt im Wasgau
Foto: A. Vasconcelos

Lebensräume der ausgewählten Waldnaturschutzobjekte, zugeordnet zu den entsprechenden Klimaregionen

Hervorgehoben sind ein vom Lebensraum „Kiefer(-Laub-Nadel-Misch)wald“ dominiertes Waldnaturschutzobjekt (FFH 6014-302 - Kalkflugsandgebiet Mainz-Ingelheim) und ein vom Lebensraum „Buche-Eiche-Mischwald“ dominiertes Waldnaturschutzobjekt (FFH 6411-302 – Königsberg)



Ausblick

Für eine tiefergehende Bewertung von möglichen gefährdeten Waldnaturschutzobjekten wird die vorgestellte Kulisse – aus Objekten auf trockenen und feuchten Standorten, die im Zuge des Klimawandels markante Austrocknung erfahren können – durch weitere Analysen ergänzt. Schon bei kleinen Schwankungen im Wasserangebot können bestimmte, besonders empfindliche Naturschutzobjekte gefährdet sein. Die Kulisse wird daher um schützenswerte Lebensräume erweitert, die aufgrund ihrer Artenzusammensetzung und Standortsabhängigkeit auf Veränderungen des Wasserangebots besonders sensibel reagieren und somit im Zuge des Klimawandels besonders anfällig sein können. Nach Zuordnung zur entsprechenden Klimaregion und unter Berücksichtigung der aktuellen Nährstoffversorgung und des Bodenwasserangebots, kann die mögliche Reaktion der Lebensräume auf Klimaveränderungen und ihre Dynamik besser abgeschätzt werden. Dabei werden auch Veränderungen der Artenzusammensetzung, der Konkurrenzverhältnisse und Aus-

wirkungen auf wesentliche Prozesse betrachtet. Letztlich soll abgeschätzt werden, welche Waldlebensraumtypen regionalspezifisch gefährdet sind und inwieweit Schutzziele und ggf. erforderliche Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen angepasst werden müssen. Als Instrument zur Abschätzung von möglichen Veränderungen bieten sich z. B. die standortsabhängigen Zeigerwerte für einzelne Arten nach Ellenberg an sowie die Einbeziehung von Expertenwissen und, wenn möglich, Berücksichtigung einer Bandbreite von potentiellen klimatischen Veränderungen bis Ende des Jahrhunderts.

Weiterführende Informationen:

- ➔ Klimawandelinformationssystem kwis-rlp: www.kwis-rlp.de » Handlungsfelder
» Wald- und Forstwirtschaft: Themenblatt Wald (www.klimawandel-rlp.de » Schnellzugriff)



Kiefernwald auf trockenem Felsstandort im mittleren Pfälzerwald

Foto: A. Vasconcelos