

F+E-Vorhaben des BfN

„WildesOffenland“

Bedeutung und Implementierung von „Störungen“ für den Erhalt von Offenlandökosystemen in ansonsten nicht gemanagten (Schutz-) Gebieten

FKZ 3515850500

Laufzeit Oktober 2015 bis Dezember 2017

GIS-Analysen der Wildniskulisse hinsichtlich
standörtlicher Randbedingungen, aktueller
Landbedeckung und –nutzung als Ausgangszustände für
potentielle Wildnisentwicklungen

Prof. Dr. Alexander Peringer & MSc. Nils Stanik

Universität Kassel

Fachgebiet Landschafts- und Vegetationsökologie

Prof. Dr. Gert Rosenthal



U N I K A S S E L | A R C H I T E K T U R
V E R S I T Ä T | S T A D T P L A N U N G
L A N D S C H A F T S P L A N U N G

Inhalt

Abbildungsverzeichnis.....	3
Tabellenverzeichnis.....	3
1. Problemstellung.....	4
2. Ausgangslage.....	5
3. Methodik und Datengrundlage.....	5
3.1 Schritt 1: PNV.....	5
3.2 Schritt 2: Landbedeckung und –nutzung.....	6
3.3 Schritt 3: Klima.....	6
3.4 Schritt 4: Auswertung.....	6
4. Ergebnisse.....	7
4.1 Räumliche Verteilung der Wildnisgebiete.....	7
4.2 Flächenhafte Bedeutung der aggregierten PNV-Typen.....	11
4.3 Plausibilitätskontrolle der Landbedeckungsinformation (LBM).....	12
4.4 Wald-Offenland-Verteilung in der Wildniskulisse.....	14
4.5 Wald-Offenland-Anteile in den Wildnisgebieten.....	15
4.6 Wald-Offenland-Anteile in den PNV-Typen.....	16
4.7 Nadel- und Laubwaldanteile in den PNV-Typen.....	18
4.8 Strukturen und Nutzungsintensität des Offenlandes.....	20
4.9 Verteilung der PNV-Typen und ihres aktuellen Zustandes über die Klimazonen.....	22
5. Referenzen.....	27

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Legende der PNV-Typen in Abbildung 2.	7
Abbildung 2. Räumliche Verteilung der Wildnisgebiete (WG und WEG) auf die aggregierten PNV-Typen (Legende in Abbildung 1).	8
Abbildung 3. Räumliche Verteilung der Wildnisgebiete (WG und WEG) und Jahresmitteltemperaturen (in °C * 10) aus Beobachtungsdaten der Periode 1950-2000.	9
Abbildung 4. Räumliche Verteilung der Wildnisgebiete (WG und WEG) und Jahresniederschläge aus Beobachtungsdaten der Periode 1950-2000.	10
Abbildung 5. Links Kammlage im Nationalpark Bayerischer Wald, Südöstlicher Teil, im Mai 2016. Rechts Rachelsee mit umgebendem Mischwald und von Borkenkäfer zerfressenem Hangwald (Blick von Norden).	12
Abbildung 6. Landbedeckung nach LBD-2012 im Nationalpark Bayerischer Wald, Südöstlicher Teil (Exkursionsgebiet im Mai 2016). Der Rachelsee ist beige dargestellt.	13
Abbildung 7. Wald-Offenland-Anteile in den aggregierten PNV-Typen. W: Wald; S: Siedlung; O: Offenland (inkl. Gebüschformationen und Waldregeneration und Halb-Offenland); M: Moor; A: Acker; - : Sonstiges inkl. Wasserfläche	17
Abbildung 8. Aktuelle Verbreitung von Fichte, Kiefer, Buche und Eiche in Deutschland. Trakt ist eine räumlich definierte Aufnahmeeinheit; Anteil am Trakt kann in etwa als Deckung interpretiert werden. Quelle: BMEL 2016.	23
Abbildung 9. Flächenhafte Verteilung der aggregierten PNV-Typen über Höhenstufen in Meter über NN.	24
Abbildung 10. Flächenhafte Verteilung der aggregierten PNV-Typen auf die Bänder der Jahresniederschlagssumme (genannt ist die Klassenuntergrenze). Der Wechsel von Rot- auf Blautöne in der Legende markiert die Niederschlagsansprüche der Fichte aus waldbaulicher Sicht (mehr als 700 mm Jahresniederschlag, gelbes Band, für ausreichend Zuwachs und Stabilität).....	25
Abbildung 11. Flächenhafte Verteilung des Nadelwaldanteils der Bergmischwälder, der Buchen- und der Eichenmischwälder auf die Bänder der Jahresniederschlagssumme. Die Legende entspricht Abbildung 10.	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Flächenhafte Bedeutung der aggregierten PNV-Typen in der Wildniskulisse.....	11
Tabelle 2. Summarische Wald-Offenland-Verteilung in der Wildniskulisse.....	14
Tabelle 3. Flächenanteile der Nutzungsintensitäten von Wald, Grasland und Gebüsch in der Wildniskulisse.	15
Tabelle 4. Streuung der Wald-Offenland-Anteile in den Wildnisgebieten.	15
Tabelle 5. Nadel- und Laubbaumanteile (in %) in den Waldtypen der PNV. Die Zeilensummen ergeben nicht 100%, weil die Landbedeckung ausserhalb der Wälder zugunsten der Übersichtlichkeit nicht dargestellt sind.	19
Tabelle 6. Nutzungsintensität und Vegetationsstruktur im Offenlandanteil der PNV-Typen.....	21

1. Problemstellung

Die Kulisse für potentielle Wildnisgebiete in Deutschland (WG & WEG) umfasst neben großen Waldlebensräumen aus den UFR auch große offene und halboffene Lebensräume, die aufgrund einheitlich prägender Standortfaktoren abgegrenzt wurden, so z.B. Auen und Feuchtgebiete und alpine Ökosysteme. Weiterhin sind existierende Großschutzgebiete enthalten, die vielfältige Mosaiklandschaften sein können, z.B. die ehemaligen TÜPs.

Potentielle Wildnisentwicklungen in diesen Flächen sind neben den standörtlichen Voraussetzungen, die zusammenfassen in der PNV dargestellt sind, stark durch die jeweilige Ausgangssituation geprägt. Aktuell naturnahe Wälder lassen bereits jetzt oder in naher Zukunft „wildnistypische“ Lebensräume durch Eintritt in Seneszenzphasen erwarten (z.B. Biotopbäume, Totholz und Gap-Dynamics). Für diesen Prozess ist bei Forsten insbesondere aus standortfremden Baumarten ein längerer Zeitraum anzusetzen, weil die erforderlichen Baumarten und Altersstruktur fehlen und noch nicht hiebreife Bäume jung gegenüber ihrem potentiellen Maximalalter sind. Andererseits können durch das Abräumen standortsfremder Bestände im Zuge von Initialmaßnahmen frühe Sukzessionsstadien erzeugt werden, die das Wildnistypische Lebensraumangebot gegenüber geschlossenen Wäldern komplettieren. In aktuell offenen und halb-offenen Landschaften auf potentiell waldfähigen Standorten sind Wildnisentwicklungen zunächst durch Brachesukzessionen der Feldschicht und durch die Kolonisation von Offenland durch Gehölze geprägt. Aufgrund von Ausbreitungslimitierungen und der hohen Witterungs-Sensitivität der Gehölzetaablierung im Offenland (Ausfall von Keimlingskohorten durch frühjährliche und sommerliche Trockenperioden) hängt die Bewaldungsgeschwindigkeit und damit ein weitgehender Verlust von meist FFH-relevanten Offenlandlebensräumen im Zuge der Wildnisentwicklung von der Struktur des aktuell vorhandenen Wald-Offenland-Mosaikes und vom zukünftigen Klima ab.

Die flächenhafte Bedeutung dieser Prozesse in potentiellen Wildnisentwicklungen muss für ihre Priorisierung in Simulationsstudien und für die Auswahl von repräsentativen Studiengebieten bekannt sein. Dazu wurden folgende Faktoren in den in der Wildniskulisse enthaltenen PNV-Typen untersucht: die aktuellen Wald-Offenland-Verteilung, die Nutzungsintensität von Wald und Offenland, das Vorhandensein standortsfremder Nadel- bzw. Laubbäume im Vergleich zur PNV und das Klima (Jahrestemperatur und -niederschlag).

2. Ausgangslage

Innerhalb der Wildniskulisse (WG & WEG) des F+E-Vorhabens „2% Wildnis“ wurden bislang Informationen zur PNV in einem Detailliertheitsgrad ausgewertet, der v.a. bei den Buchenwäldern den Wald-Unterwuchs stark differenziert. Es resultieren viel Typen, die schwer übersichtlich darzustellen und zu analysieren sind (vgl. Diagramme im Bericht zu „2% Wildnis“). Durch identische Baumarten geprägte Wälder unterscheiden sich jedoch kaum in ihren Wald-Offenland-Sukzessionen, sodass redundante Information unter Beachtung von Substrat und der Rolle frühsukzessionaler Baumarten zusammengefasst werden kann.

Weiterhin fehlen Informationen zur Landbedeckung und –nutzung in den Wildnisgebieten, sodass ihr aktueller Zustand (Wald-Offenland-Anteile, Nadel- und Laubwald-Anteile) und damit die zukünftig vorherrschenden Sukzessionsrichtungen der Wildnisentwicklung (progressiv bei aktuell vorherrschendem Offenland bzw. nach initialem Abräumen standortsfremder Forsten, regressiv bei aktuell geschlossenem Wald) in ihrer flächenhaften Bedeutung nicht abschätzbar sind.

Ebenso fehlen Informationen zu Höhenlage und Klima (Temperatur und Niederschlag). Damit ist weder eine Differenzierung der Waldentwicklung auf Offenland innerhalb einer potentiell natürlichen Waldgesellschaft nicht möglich, die sich aus klima-bedingt variablen Wachstumsgeschwindigkeiten der Gehölze ergibt, noch können Klimawandeleinflüsse betrachtet werden.

3. Methodik und Datengrundlage

In der Wildniskulisse des F+E-Vorhabens „2% Wildnis“ werden die vorhandenen PNV-Typen aggregiert und durch Verschneidung mit dem aktuellen Landbedeckungsmodell für Deutschland, mit einem Höhenmodell und Klimainformationen unterlegt.

3.1 Schritt 1: PNV

Für die Dynamik und Muster von Offenland-Wald-Sukzessionen und der Waldregeneration nach Störung sind neben pedologischer Differenzierung (Hydrologie, Basengehalt) im Wesentlichen die Haupt- und die Begleitbaumarten relevant. Die PNV-Typen wurden demzufolge hinsichtlich dieser Kriterien zu 10 Gruppen zusammengefasst. Orientierung gaben die PNV-Typen der Übersichtsdarstellung in {Bohn 2003 #505}.

3.2 Schritt 2: Landbedeckung und –nutzung

Das Digitale Landbedeckungsmodell für Deutschland (LBM-DE2012, Weiterentwicklung von ATKIS Basis-DLM mit multitemporalen Satellitenbildern hin zu besserer Aktualität und einer räumlichen Auflösung von 1 ha) wurde den Attributen der Wildniskulisse unterlegt und die Landbedeckungskategorien (LB_AKT) zur übersichtlichen Darstellung der Wald-Offenland-Anteile in 5 Kategorien zusammengefasst. Die Landnutzungskategorien (LN_AKT) wurden auf Informationen hinsichtlich Nutzungsintensität reduziert.

3.3 Schritt 3: Klima

Monatsmitteltemperaturen und monatliche Niederschläge aus dem globalen Datensatz des WorldClim (Hijmans et al.) wurden für die Perioden 1950-2000 (Beobachtungsdaten interpoliert zwischen Wetterstationen) und für Klimawandelszenarien aus dem IPCC Fifth Assessment (4 repräsentative Concentration Pathways RCPs) für Deutschland aufbereitet. Aus den daraus berechneten Jahresmitteltemperaturen und –niederschlagssummen für ca. 1 km²-Rasterzellen (30 Bogensekunden Lat/Long) wurden für jede Fläche der Wildnisgebietskulisse ein Mittelwert berechnet. Die Klassifikation der Werte ergab eine Gruppierung der Wildnisgebiete in Temperatur- und Niederschlags-„bändern“ der Breite 1 °C bzw. 100 mm.

3.4 Schritt 4: Auswertung

Für die sich ergebenden Kombinationen aus PNV-Typen, Landbedeckung und -nutzung, Temperatur- und Niederschlagsbändern wurden Flächenbilanzen erstellt (Pivot-Tabellen).

4. Ergebnisse

4.1 Räumliche Verteilung der Wildnisgebiete

In Süden Deutschlands konzentrieren sich die Wildnisgebiete (WG und WEG) weitgehend auf die Gebirgslagen mit potentiell Bergmischwald, einzelne Gebiete liegen in Auen (Donau) und im Frankenjura (Buchen- bzw. Eichenmischwald). Im Norden und der Mitte Deutschlands liegt eine gleichmäßigere Verteilung von der Nordseeküste über die Auen und potentiellen Buchenmischwald in höheren Lagen bis hin zu potentiell Eichen-Kiefernwald im Osten vor (

Abbildung 2 und Abbildung 1).

Das Klima der Wildnis-Gebiete unterscheidet sich im Süden somit im Wesentlichen durch die Höhenlage und damit sehr stark in beiden Faktoren (Temperatur und Niederschlag). Dies gilt zwar ebenso, jedoch weniger stark in der Mitte Deutschlands. Hier erstrecken sich die dominierenden Buchenmischwälder über einen breiten Klimagradienten vom Berg- bis ins Tiefland. Im Norden dominiert die nach Osten zunehmende Kontinentalität mit abnehmenden Niederschlägen bei ähnlichen Jahresmitteltemperaturen (Abbildung 3 und Abbildung 4).

<all other values>	
Legende	
1 - Alpine Fichtenwälder	6 - Trockener basenreicher Kiefernwald
1 - Subalpines Alpenrosen-Latschengebüsch auf Kalkstein	6 - Trockener bodensaurer Kiefernwald
2 - Montan-hochmontaner, basenreiche Fichten-Tannen-Buchenwald	7 - Auwald (Grauerle, Purpurweide, Ulme, Silberweide, Hainbuche(Fossil))
2 - Montan-hochmontaner, bodensaurer Fichten-Tannen-Buchenwald	8 - Feuchtwald (Traubenkirsche, Schwarzerle, Fichte, Kiefer, Esche, Eiche, Bergahorn)
3 - Basenreiche Buchen- und Buchenmischwälder (Buche, Hainbuche, Esche)	8 - Moorwald (Birken, Schwarzerle)
3 - Bodensaure Buchen- und Buchenmischwälder (Buche, Traubeneiche)	8 - Roehrichte und Großseggen-Bestaende
4 - Winterlinden-Hainbuchenwälder	8 - Waldfreie Hochmoor-Vegetation und Moorwälder
5 - Eichen-Mischwälder basenarm, feucht (Stieleiche, Traubeneiche, Buche, Hainbuche, Moorbirke)	9 - Dünen-, Fels- und Salzvegetation der Nord- und Ostseeküste
5 - Eichen-Mischwälder basenarm, trocken (Stieleiche, Traubeneiche, Buche, Felsenahorn, Kiefer)	10 - Wasservegetation
	99 - Abbau-, Aufschüttungsflächen, Halden, Stadtgebiete

Abbildung 1. Legende der PNV-Typen in

Abbildung 2.

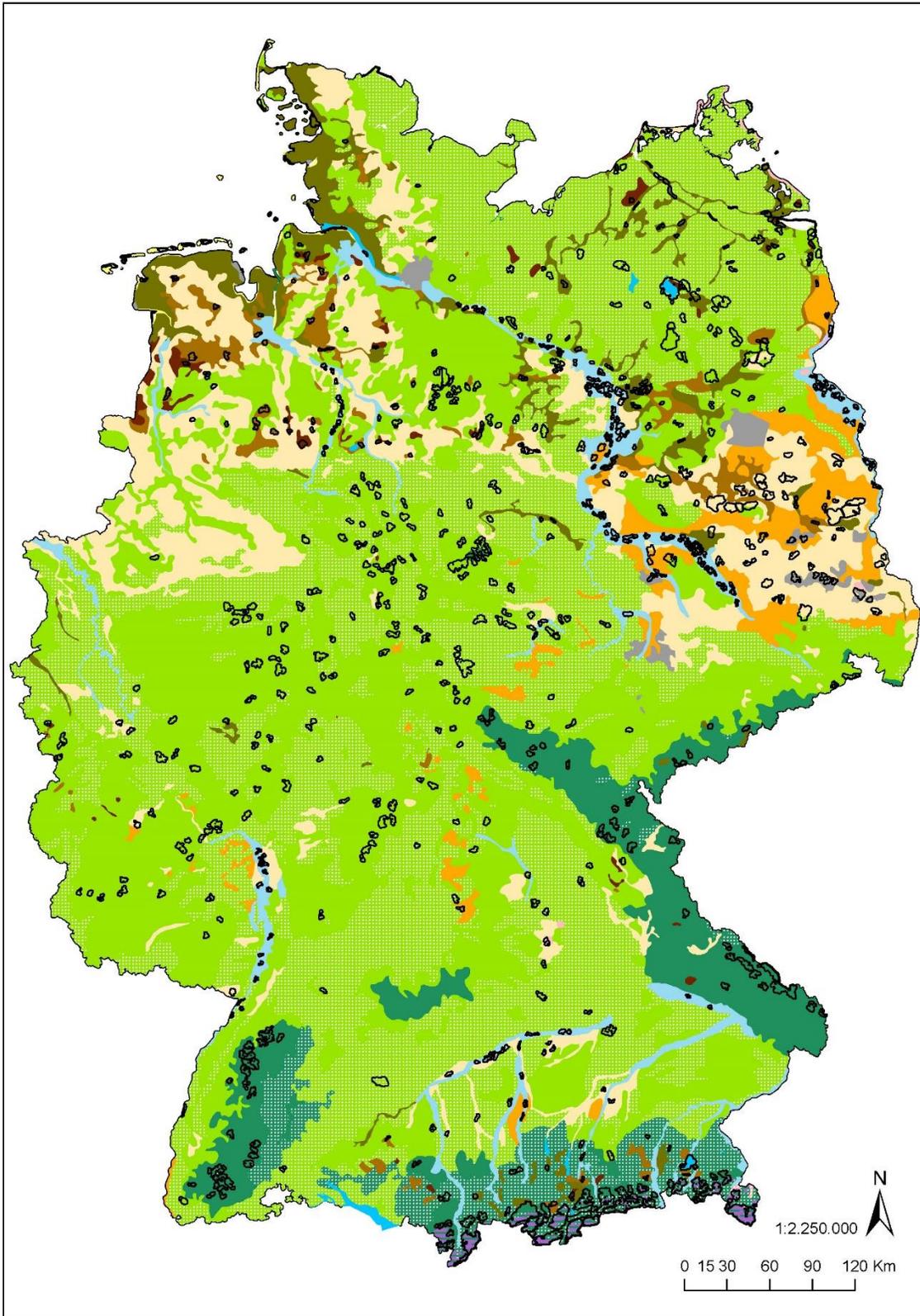


Abbildung 2. Räumliche Verteilung der Wildnisgebiete (WG und WEG) auf die aggregierten PNV-Typen (Legende in Abbildung 1).

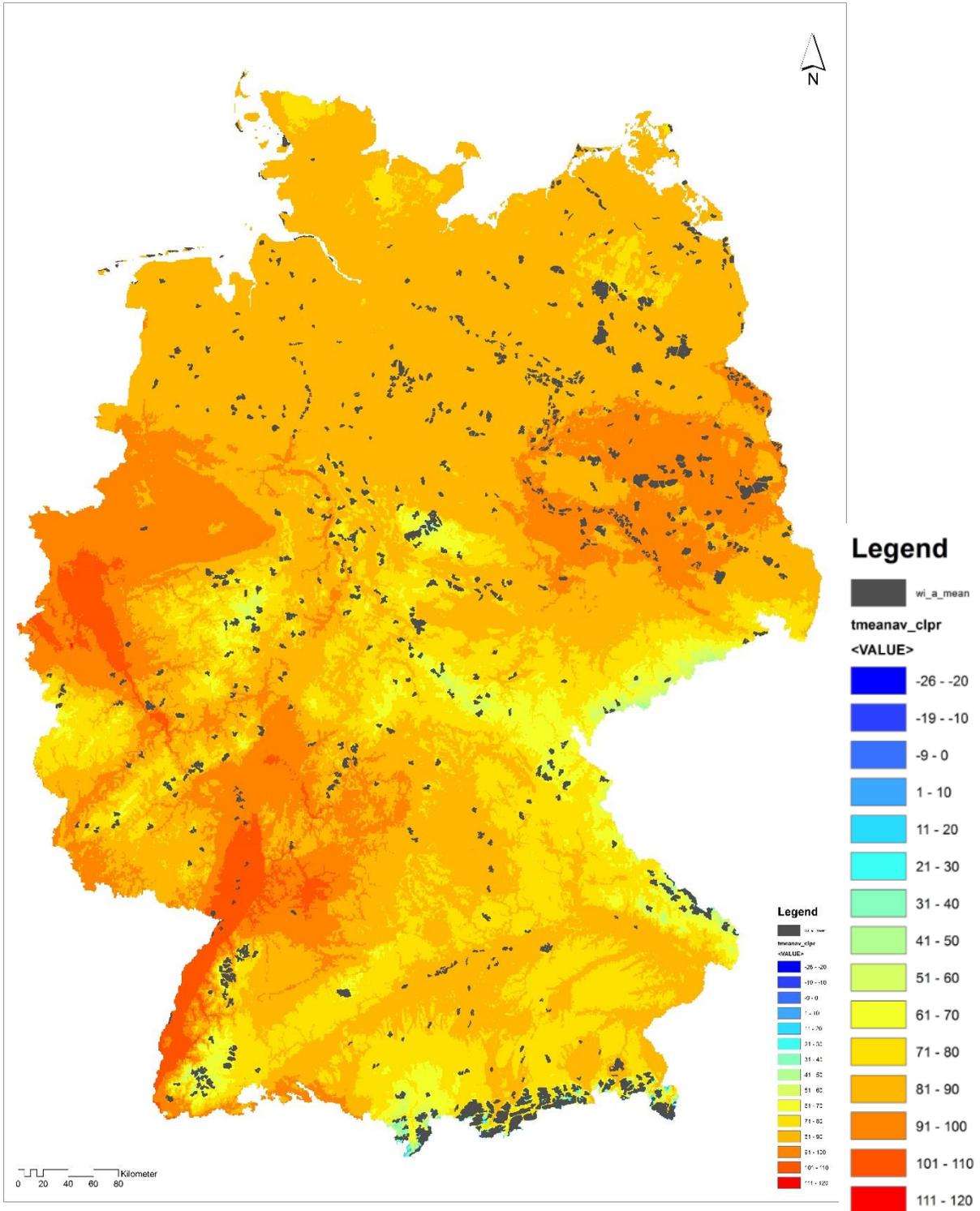


Abbildung 3. Räumliche Verteilung der Wildnisgebiete (WG und WEG) und Jahresmitteltemperaturen (in °C * 10) aus Beobachtungsdaten der Periode 1950-2000.

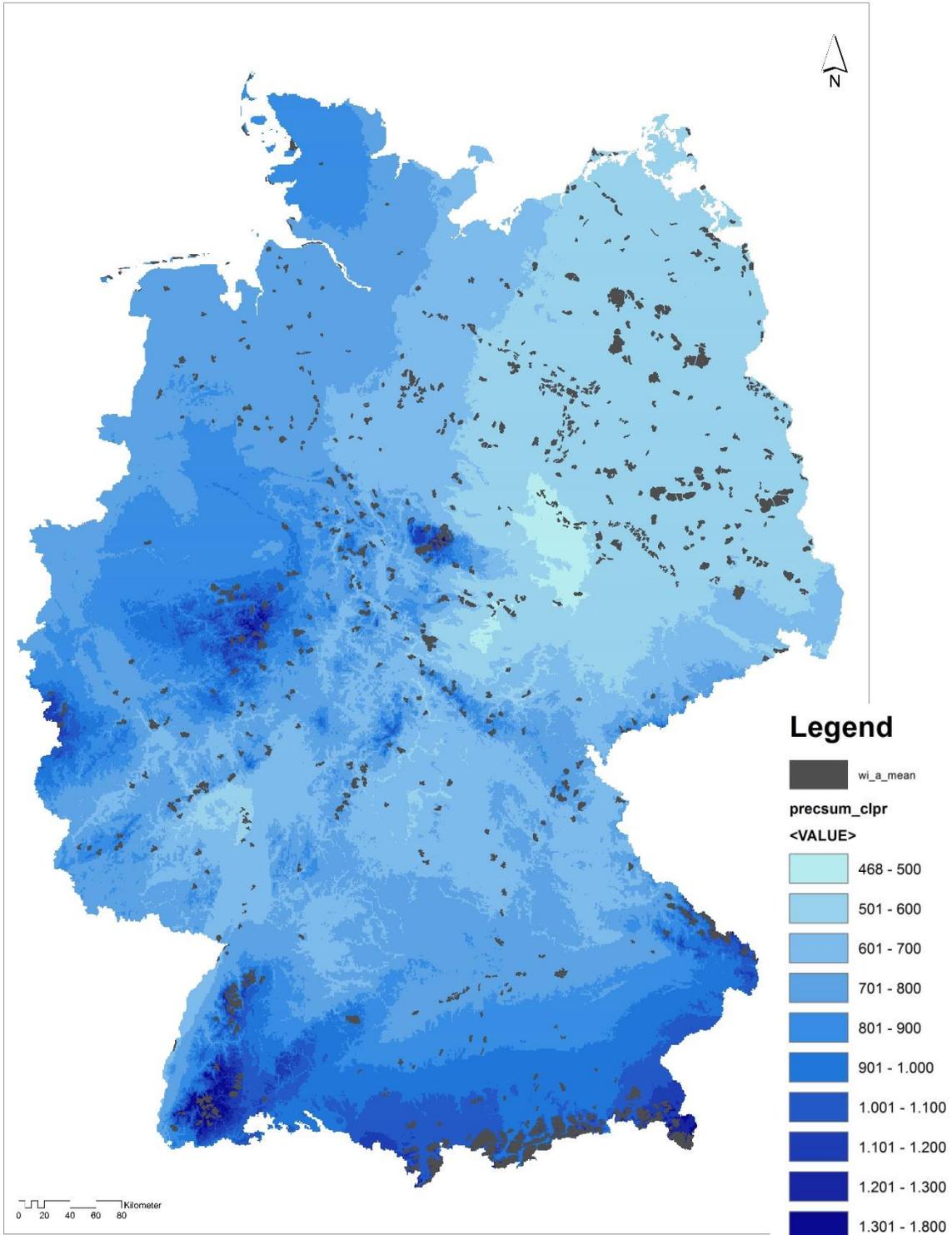


Abbildung 4. Räumliche Verteilung der Wildnisgebiete (WG und WEG) und Jahresniederschläge aus Beobachtungsdaten der Periode 1950-2000.

4.2 Flächenhafte Bedeutung der aggregierten PNV-Typen

Die auf Hauptbaumarten aggregierte PNV der Wildniskulisse wird von **Buchenmischwäldern** (bodensauer 26%, basenreich 13%) und **montan-hochmontanen Bergmischwäldern** (bodensauer 14%, basenreich 9%) dominiert. Die **trockenen Eichenmischwälder** (8%), die **Auen** (9%), die alpinen Fichtenwälder (6%) und die Moore (mit Anmoor zusammen 9%) nehmen ebenfalls noch große, im Vergleich jedoch geringere Flächen ein. Die Küsten (1%), die trockenen Kiefernwälder (0,25%) und die feuchten Eichenmischwälder (3,5%) treten flächenmäßig zurück (Tabelle 1).

Tabelle 1. Flächenhafte Bedeutung der aggregierten PNV-Typen in der Wildniskulisse.

PNV	Fläche in [ha]	Flächenanteil in [%]
1 - Hochgebirge		
Alpine Fichtenwaelder	71'344	5.78
Subalpines Alpenrosen-Latschengebuesch auf Kalkstein	11'700	0.95
2 - Bergmischwald		
Montan-hochmontaner, basenreiche Fichten-Tannen-Buchenwald	108'594	8.80
Montan-hochmontaner, bodensaurer Fichten-Tannen-Buchenwald	168'907	13.68
3 - Buchenmischwaelder		
Bodensaure Buchen- und Buchenmischwaelder (Buche, Traubeneiche)	315'102	25.53
Basenreiche Buchen- und Buchenmischwaelder (Buche, Hainbuche, Esche)	160'165	12.97
4 - Linden-Hainbuchenwaelder		
Winterlinden-Hainbuchenwaelder	16'716	1.35
5 - Eichenmischwaelder		
Eichen-Mischwaelder basenarm, feucht (Stieleiche, Traubeneiche, Buche, Hainbuche, Moorbirke)	42'930	3.48
Eichen-Mischwaelder basenarm, trocken (Stieleiche, Traubeneiche, Buche, Felsenahorn, Kiefer)	101'723	8.24
6 - Kiefernwaelder		
Trockener basenreicher Kiefernwald	440	0.04
Trockener bodensaurer Kiefernwald	2'946	0.24
7 - Auen		
Auewald (Grauerle, Purpurweide, Ulme, Silberweide, Hainbuche(Fossil))	110'691	8.97
8 - Moore und Anmoor		
Feuchtwald (Traubenkirsche, Schwarzerle, Fichte, Kiefer, Esche, Eiche, Bergahorn)	49'820	4.04
Moorwald (Birken, Schwarzerle)	39'923	3.23
Roehrichte und Großseggen-Bestaende	1'314	0.11
Waldfreie Hochmoor-Vegetation und Moorwaelder	20'953	1.70
9 - Kuestenvegetation		
Duenen-, Fels- und Salzvegetation der Nord- und Ostseeküste	11'165	0.90
Gesamtergebnis	1'234'433	100.00

In der Wildniskulisse sind somit die **zonalen Waldökosysteme** und die **azonalen Auen** flächenmäßig bedeutsam, während Ökosysteme unter extremen Umweltbedingungen für Mitteleuropa typisch zurück treten (für eine detaillierte Analyse der Repräsentanz der Wildniskulisse für die PNV Deutschlands siehe Rosenthal et al. 2015).

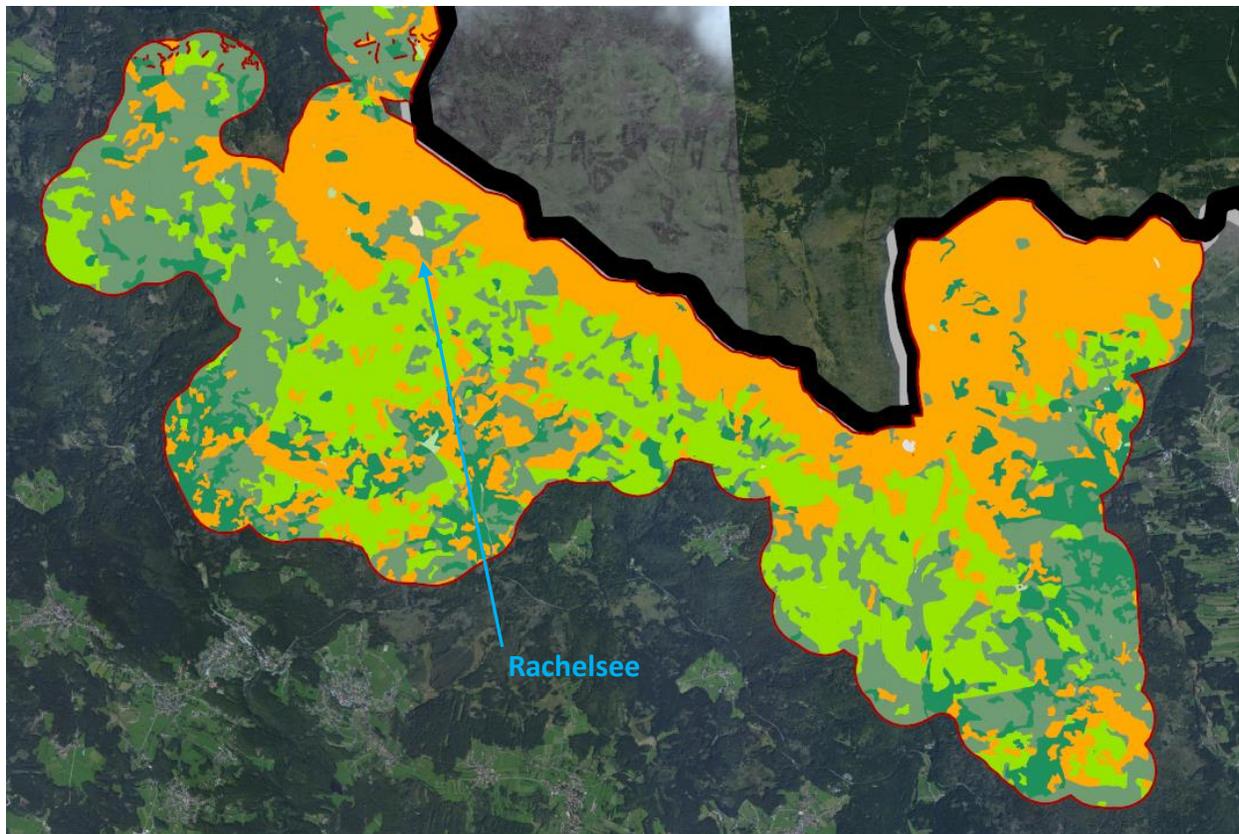
Die folgenden deutschlandweiten Auswertungen fokussieren sich aufgrund ihrer flächenmäßigen Bedeutung und ihrer großräumigen Verbreitung auf die Bergmisch-, die Buchenmisch und die trockenen Eichenmischwälder sowie die Auen. Für die anderen, standörtlich extrem und spezifisch geprägten Ökosysteme wie die Moore, Küsten und die alpine Zone sind Einzelfall Betrachtungen sinnvoller als großräumig-vergleichende Analysen.

4.3 Plausibilitätskontrolle der Landbedeckungsinformation (LBM)

Im Nationalpark Bayerischer Wald (Exkursionsgebiet im Mai 2016) differenziert das LBM sehr gut die Vegetationszonen nach dem Grad der Offenheit und der Waldzusammensetzung. In den Kammlagen wird der ehemalige, vom Borkenkäfer vernichtete Fichtenwald als „Naturverjüngung“ ausgewiesen und der noch intakte Wald rund um den Rachelsee als Mischwald (Abbildung 5 und Abbildung 6). Der darunterliegende Buchenwaldgürtel wird ebenfalls realistisch als Laubwald mit Einsprengeln von Mischwald und Regenerationsflächen identifiziert.



Abbildung 5. Links Kammlage im Nationalpark Bayerischer Wald, Südöstlicher Teil, im Mai 2016. Rechts Rachelsee mit umgebendem Mischwald und von Borkenkäfer zerfressenem Hangwald (Blick von Norden).



Legende

- Wasserfläche
- Wasserlauf
- M - Moor, gehölzfrei
- O - Fels
- O - Gebüschbrache und Naturverjüngung Wald (<5m), Parks
- O - Grasland mit Bäumen (<50%), auch Naturverjüngung Wald
- O - Grasland, homogen
- O - Grasland, inhomogen, max. einschürig mit Stauden, Gebüsch
- O - Lockergestein
- O - Spärliche Vegetation auf Brachen und Erosion
- S - Siedlung
- W - Bäume (>50%), Laub- und Nadelbäume gemischt
- W - Bäume (>50%), davon >75% Laubbäume
- W - Bäume (>50%), davon >75% Nadelbäume

Abbildung 6. Landbedeckung nach LBD-2012 im Nationalpark Bayerischer Wald, Südöstlicher Teil (Exkursionsgebiet im Mai 2016). Der Rachelsee ist beige dargestellt.

4.4 Wald-Offenland-Verteilung in der Wildniskulisse

Die Wildniskulisse besteht aktuell zu **66% aus geschlossenem Wald** und zu **30% aus Offen- und Halboffenland** (davon 7% Acker, 23% sind Grasland einschließlich Gebüsch und Naturverjüngung Wald, Tabelle 2). Der Rest sind Wasserflächen.

Dreiviertel des Graslandes sind homogen. Davon werden wiederum dreiviertel intensiv genutzt, weitere 20% werden extensiv und nur 5% nicht genutzt (Tabelle 3). Inhomogenes Grasland mit Gebüsch ist zu zwei Drittel extensiv oder ohne Nutzung. Auch die offenen oder verbuschten Moorflächen (M) sind ungenutzt.

Im Wald sind 20% ohne Nutzung, im Nadelwald etwas weniger (17%) als im Laubwald (25%).

Tabelle 2. Summarische Wald-Offenland-Verteilung in der Wildniskulisse.

Landbedeckung	Fläche [ha]	Flächenanteil [%]
A - Ackerland	92,597	7.30%
M	33,389	2.63%
M - Moor mit B ³ schen/Bäumen (<50%)	3,542	0.28%
M - Moor, geh÷lzfrei	22,604	1.78%
M - Sumpf, Aue, geh÷lzfrei	6,403	0.50%
M - Sumpf, Aue, mit B ³ schen/Bäumen (<50%)	840	0.07%
O	254,762	20.09%
O - Fels	7,347	0.58%
O - Geb ³ schbrache und Naturverj ³ ngung Wald (<5m), Parks	59,632	4.70%
O - Grasland mit Bäumen (<50%), auch Naturverj ³ ngung Wald	4,539	0.36%
O - Grasland, homogen	92,386	7.28%
O - Grasland, inhomogen, max. einsch ³ rig mit Stauden, Geb ³ sch	36,081	2.84%
O - Heide mit B ³ schen und Bäumen (<50%)	32,849	2.59%
O - Lockergestein	3,622	0.29%
O - Salzwiesen (K ³ ste)	3,920	0.31%
O - Sandflöchen, vegetationsfrei	5,148	0.41%
O - Schnee (permanent) und Eis	51	0.00%
O - Spörrliche Vegetation auf Brachen und Erosion	9,189	0.72%
S	2,504	0.20%
S - Siedlung	2,213	0.17%
S - Sonderkulturen	291	0.02%
W	834,431	65.80%
W - Bäume (>50%), davon >75% Laubbäume	237,787	18.75%
W - Bäume (>50%), davon >75% Nadelbäume	469,494	37.02%
W - Bäume (>50%), Laub- und Nadelbäume gemischt	127,151	10.03%
Gesamtergebnis	1,268,224	100.00%

Tabelle 3. Flächenanteile der Nutzungsintensitäten von Wald, Grasland und Gebüsch in der Wildniskulisse.

Landbedeckung	Nutzung				
	-	extensiv	forstlich	intensiv	ohne
O	0.79%	16.18%	12.27%	27.21%	43.55%
O - Fels	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	99.95%
O - Gebüschbrache und Naturverjüngung Wald (<5m), Parks	0.53%	0.00%	51.74%	0.19%	47.54%
O - Grasland mit Bäumen (<50%), auch Naturverjüngung Wald	5.89%	4.06%	1.30%	12.92%	75.84%
O - Grasland, homogen	0.92%	20.71%	0.00%	74.28%	4.10%
O - Grasland, inhomogen, max. einsch³rig mit Stauden, Geb³sch	1.17%	60.69%	0.02%	0.00%	38.13%
O - Heide mit Büschen und Bäumen (<50%)	0.22%	0.00%	0.05%	0.00%	99.74%
O - Spörliche Vegetation auf Brachen und Erosion	0.38%	0.00%	3.56%	0.00%	96.06%
W	0.14%	0.00%	79.57%	0.00%	20.28%
W - Bäume (>50%), davon >75% Laubbäume	0.12%	0.00%	74.47%	0.01%	25.40%
W - Bäume (>50%), davon >75% Nadelbäume	0.14%	0.00%	82.85%	0.00%	17.00%
W - Bäume (>50%), Laub- und Nadelbäume gemischt	0.18%	0.00%	77.02%	0.00%	22.80%
Gesamtergebnis	1.04%	3.25%	54.82%	12.79%	28.09%

4.5 Wald-Offenland-Anteile in den Wildnisgebieten

Die Wald-Offenland-Anteile bezogen auf die Fläche der individuellen Wildnisgebiete (Polygone der Kulisse) variieren stark (Tabelle 4). So sind die **Wildnisgebiete im Mittel nur zu 50% bewaldet**. Natürlich kommen fast geschlossene Wälder vor (Maximal 99.98%) und mehr als die Hälfte der Gebiete sind mehr als 70% bewaldet (Median), aber auch vollständig waldfreie Gebiete existieren (Min 0%). **Im Mittel sind die Wildnisgebiete zu mehr als 20% Offenland**, wobei die Hälfte der Gebiete nur 11% Offenlandanteil besitzen, also **kleinflächiges Offenland dominiert**.

Tabelle 4. Streuung der Wald-Offenland-Anteile in den Wildnisgebieten.

Verteilungsparameter	Wasser	Acker	Moor	Offenland	Siedlung	Wald
Median	0.11%	0.78%	0.00%	11.40%	0.04%	71.86%
Mittelwert	5.38%	13.22%	4.09%	22.69%	0.26%	54.36%
Min	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Max	100.00%	100.00%	93.42%	100.00%	33.28%	99.98%
Standardabweichung	15.48%	25.63%	13.25%	25.42%	1.65%	39.65%
Variationskoeffizient	2.88	1.94	3.24	1.12	6.38	0.73

4.6 Wald-Offenland-Anteile in den PNV-Typen

In den potentiellen **Buchenwäldern**, den **montan-hochmontanen Bergmischwäldern** und den **Eichen- und den Kiefernwäldern** existieren **durchweg kleinere Offenlandanteile** um die 20%, in den alpinen Fichtenwäldern und den basenarmen feuchten Eichenmischwäldern allerdings bis zu 50% (Abbildung 7).

Eine weitgehend **offene Struktur** besitzen die **Auen** und Feuchtgebiete. Während in den Auen und auf Anmoor (potentieller Feuchtwald) Acker und Grünland dominieren, so sind es auf den Mooren Grünland oder Brache (M in Abbildung 7).

Auf den potentiellen Standorten für Buchen-, Bergmisch- und Eichenwald ist somit aktuell auch größtenteils Wald vorhanden. Kleine Offenlandanteile erklären sich auch methodisch durch die Ableitung der potentiellen Wildnisgebiete aus den UFR, wobei geringe Abstände zwischen Waldgebieten toleriert wurden. Dem stehen die aktuell großflächig waldfreien Auen und Moore gegenüber.

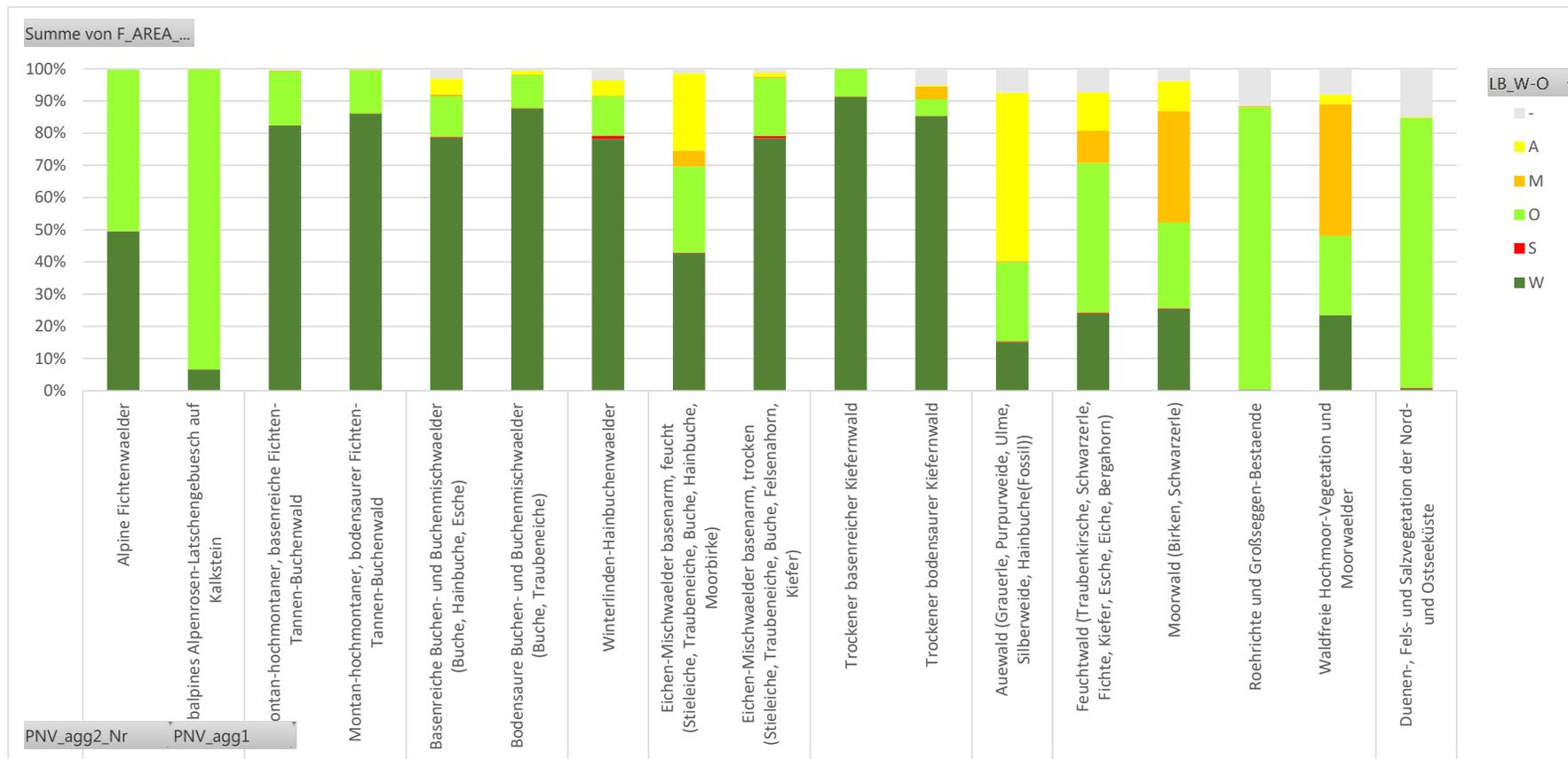


Abbildung 7. Wald-Offenland-Anteile in den aggregierten PNV-Typen. W: Wald; S: Siedlung; O: Offenland (inkl. Gebüschformationen und Waldregeneration und Halb-Offenland); M: Moor; A: Acker; - : Sonstiges inkl. Wasserfläche

4.7 Nadel- und Laubwaldanteile in den PNV-Typen

Die **alpinen Wälder** sind Nadelbaum-dominiert mit nur geringem Mischwaldanteil (Tabelle 5).

Die **Bergmischwälder** haben zum Teil hohe Nadelwaldanteile. Auf basenreichem Substrat 40% ihrer potentiellen Fläche, auf basenarmem Substrat sogar 68%.

Auch in den potentiellen **Buchenmischwäldern** sind große Nadelwaldbestände angezeigt. Auf basenreichem Substrat 39% und sogar 66% ihrer Fläche auf sauren Standorten.

In den potentiellen **trockenen Eichenwäldern** liegen die Nadelwaldanteile bei über 69%.

Die potentiellen **Auwälder**, die Feuchtwälder und Moorwälder haben nur einen geringen Nadelwaldanteil, was allerdings auch darauf beruht, dass die Auen zum überwiegendem Teil homogenes Grasland sind (Tabelle 6).

Auf allen flächenmäßig bedeutsamen waldfähigen Standorten sind somit große Teile des aktuellen Waldbestandes als naturfern einzustufen. Dies gilt besonders in den potentiellen trockenen Eichenwäldern (ersetzt durch Kiefernforste) und den potentiellen Buchenmischwäldern (in höheren Lagen ersetzt durch Fichte, im Tiefland durch Kiefer). In den potentiellen Bergmischwäldern sind die reinen Nadelwaldanteile noch größer, allerdings ist hier natürlicherweise der Nadelbaumanteil höher.

In diesen Waldökosystemen beginnt eine potentielle Wildnisentwicklung somit zu großen Flächenanteilen mit Nadelbaumforstbeständen. Wenn diese nicht durch Initialmaßnahmen entfernt werden, kann die Laub- bzw. Mischwaldentwicklung durch Überalterung mehr als Hundert Jahre dauern (aktuell nicht hiebreife Bäume sind i.d.R. jünger als 100 Jahre; hohe Maximalalter von Fichten und Kiefern). Bei gleichaltrigen Beständen können Zusammenbruchereignisse z.B. durch Borkenkäfer katastrophale Ausmaße annehmen (Bayerischer Wald).

In den Auen-, Feucht- und Moorwäldern existieren zwar wahrscheinlich ebenfalls größere Nadelbaumforsten, aufgrund des aktuell hohen Offenlandanteils ergeben sich jedoch für die Wildnisentwicklung andere Schwerpunkte als der Bestandesumbau vorhandener naturferner Wälder. Hier steht die progressive Sukzession auf Offenland im Vordergrund.

Tabelle 5. Nadel- und Laubbaumanteile (in %) in den Waldtypen der PNV. Die Zeilensummen ergeben nicht 100%, weil die Landbedeckung ausserhalb der Wälder zugunsten der Übersichtlichkeit nicht dargestellt sind.

PNV	Bäume (>50%), davon >75% Laubbäume	Bäume (>50%), davon >75% Nadelbäume	Bäume (>50%), Laub- und Nadelbäume gemischt	Geb ³ schbrache und Naturverjüngung Wald (<5m), Parks
1 - Hochgebirge				
Alpine Fichtenwälder	1.13%	37.28%	16.13%	4.99%
Subalpines Alpenrosen-Latschengebuesch auf Kalkstein	0.24%	8.44%	0.99%	4.34%
2 - Bergmischwald				
Montan-hochmontaner, basenreiche Fichten-Tannen-Buchenwald	4.17%	38.81%	40.50%	5.72%
Montan-hochmontaner, bodensaurer Fichten-Tannen-Buchenwald	4.09%	65.90%	16.35%	10.43%
3 - Buchenmischwälder				
Basenreiche Buchen- und Buchenmischwälder (Buche, Hainbuche, Esche)	51.34%	28.51%	5.80%	2.42%
Bodensaure Buchen- und Buchenmischwälder (Buche, Traubeneiche)	34.46%	47.07%	7.79%	4.13%
4 - Linden-Hainbuchenwälder				
Winterlinden-Hainbuchenwälder	19.04%	60.94%	6.36%	4.72%
5 - Eichenmischwälder				
Eichen-Mischwälder basenarm, feucht (Stieleiche, Traubeneiche, Buche, Hainbuche, Moorbirke)	17.13%	34.68%	5.94%	3.41%
Eichen-Mischwälder basenarm, trocken (Stieleiche, Traubeneiche, Buche, Felsenahorn, Kiefer)	7.05%	68.79%	5.15%	7.94%
6 - Kiefernwälder				
Trockener basenreicher Kiefernwald	2.62%	58.17%	30.72%	4.30%
Trockener bodensaurer Kiefernwald	19.29%	68.20%	2.81%	1.63%
7 - Auen				
Auewald (Grauerle, Purpurweide, Ulme, Silberweide, Hainbuche(Fossil))	27.39%	7.61%	2.73%	3.99%
8 - Moore und Anmoor				
Feuchtwald (Traubenkirsche, Schwarzerle, Fichte, Kiefer, Esche, Eiche, Bergahorn)	18.12%	9.42%	2.77%	3.01%
Moorwald (Birken, Schwarzerle)	15.20%	10.06%	4.12%	2.66%
Roehrichte und Großseggen-Bestaende	0.36%	0.00%	0.09%	1.32%
Waldfreie Hochmoor-Vegetation und Moorwälder	10.60%	10.49%	5.17%	1.14%
9 - Kuestenvegetation				
Duenen-, Fels- und Salzvegetation der Nord- und Ostseeküste	0.20%	0.89%	0.13%	1.97%
Gesamtergebnis	21.55%	42.59%	11.56%	5.24%

4.8 Strukturen und Nutzungsintensität des Offenlandes

In der alpinen Zone ist das Offenland zu 1/3 extensiv genutzt und zu 2/3 ohne Nutzung (Tabelle 6), die Vegetationsstruktur ist inhomogenes Grasland und Heide mit Stauden, Gebüsch und Bäumen (Tabelle 5).

Im **basenreichen Bergmischwald** ist das Offenland größtenteils extensiv genutzt mit viel inhomogenem Grasland, weiterhin Naturverjüngung Wald.

Im **bodensaurem Bergmischwald** ist das Offenland von Naturverjüngung dominiert, landwirtschaftliche Nutzungen nehmen zwar 1/4 der Fläche ein, sind jedoch zur Hälfte extensiv.

In den **basenreichen Buchenmischwäldern** ist das Offenland zu großen Teilen intensiv genutzt und homogenes Grasland, weiterhin Naturverjüngung Wald.

In den **bodensauren Buchenmischwäldern** ist das Offenland von Naturverjüngung dominiert, landwirtschaftliche Nutzungen nehmen nur 1/4 der Fläche ein mit homogenem Grasland und Heiden.

In den **feuchten Eichenmischwäldern** ist das Offenland zu großen Teilen intensiv landwirtschaftlich genutzt und homogenes Grasland.

In den **trockenen Eichenmischwäldern** ist das Offenland durch ungenutzte Heide dominiert, teils auch bereits Gebüsch und Naturverjüngung Wald.

In den **Auen** und Mooren ist das Offenland zu ca. 2/3 intensiv und zu ca. 1/3 extensiv genutzt oder ohne Nutzung. Es dominieren homogenes Grasland bzw. gehölzfreies Moor, Gebüsch und Naturverjüngung treten zurück.

In den alpinen Fichtenwäldern und den Bergmischwäldern kann sich der Wald somit ohne größere Widerstände auf vorhandenes Offenland ausbreiten, da Extensivnutzungen und vorhandenes Gebüsch bzw. Naturverjüngung überwiegen und dies befördern.

In den bodensauren Buchenmischwäldern und den trockenen Eichenmischwäldern ist dies ebenso zu erwarten, in den basenreichen Buchenmischwäldern und den feuchten Eichenmischwäldern jedoch stehen dem größerflächige Intensivnutzungen entgegen.

Das gilt ebenso für die Auen und Feuchtgebiete.

Tabelle 6. Nutzungsintensität und Vegetationsstruktur im Offenlandanteil der PNV-Typen.

PNV					Geb³schbrache und Naturverj³ngung Wald (<5m), Parks	Grasland mit B³umen (<50%), auch Naturverj³ngung Wald	Grasland, homogen	Grasland, inhomogen, max. einsch³rig mit Stauden, Geb³sch	Heide mit B³schen und B³umen (<50%)	Sandfl³chen, vegetationsfrei	Sp³rliche Vegetation auf Brachen und Erosion
	extensiv	forstlich	intensiv	ohne							
1 - Hochgebirge											
Alpine Fichtenwaelder	28.86%	2.57%	0.60%	67.97%	10.98%	3.57%	0.73%	35.54%	31.73%	0.00%	17.44%
Subalpines Alpenrosen-Latschengebuesch auf Kalkstein	31.71%	0.00%	0.10%	68.19%	4.80%	0.20%	0.15%	48.51%	16.09%	0.00%	30.24%
2 - Bergmischwald											
Montan-hochmontaner, basenreiche Fichten-Tannen-Buchenwald	36.81%	19.58%	9.15%	34.35%	35.24%	4.71%	10.03%	38.22%	6.49%	0.01%	5.30%
Montan-hochmontaner, bodensaurer Fichten-Tannen-Buchenwald	9.68%	44.95%	10.53%	34.75%	77.61%	1.34%	13.48%	7.01%	0.01%	0.00%	0.55%
3 - Buchenmischwaelder											
Basenreiche Buchen- und Buchenmischwaelder (Buche, Hainbuche, Esche)	6.07%	10.99%	39.74%	42.89%	17.73%	2.25%	47.18%	23.63%	8.53%	0.00%	0.68%
Bodensaure Buchen- und Buchenmischwaelder (Buche, Traubeneiche)	5.73%	27.66%	18.33%	46.87%	39.64%	1.89%	26.91%	4.30%	26.39%	0.27%	0.60%
4 - Linden-Hainbuchenwaelder											
Winterlinden-Hainbuchenwaelder	0.74%	16.43%	33.99%	46.39%	35.22%	0.30%	38.84%	4.89%	20.19%	0.07%	0.48%
5 - Eichenmischwaelder											
Eichen-Mischwaelder basenarm, feucht (Stieleiche, Traubeneiche, Buche, Hainbuche, Moorbirke)	25.77%	3.65%	53.88%	15.67%	9.58%	1.01%	82.43%	3.65%	3.18%	0.03%	0.12%
Eichen-Mischwaelder basenarm, trocken (Stieleiche, Traubeneiche, Buche, Felsenahorn, Kiefer)	0.81%	15.73%	7.73%	73.14%	42.66%	2.45%	9.42%	2.42%	40.16%	2.18%	0.71%
6 - Kiefernwaelder											
Trockener basenreicher Kiefernwald	26.82%	19.27%	16.94%	36.97%	50.63%	2.63%	14.55%	27.20%	2.79%	0.00%	2.20%
Trockener bodensaurer Kiefernwald	0.00%	9.11%	15.24%	75.64%	29.06%	0.00%	17.11%	17.82%	8.32%	14.65%	13.05%
7 - Auen											
Auewald (Grauerle, Purpurweide, Ulme, Silberweide, Hainbuche(Fossil))	20.88%	1.36%	63.14%	13.65%	6.50%	2.07%	87.23%	3.75%	0.29%	0.12%	0.04%
8 - Moore und Anmoor											
Feuchtwald (Traubenkirsche, Schwarzerle, Fichte, Kiefer, Esche, Eiche, Bergahorn)	11.52%	2.23%	65.36%	19.08%	5.28%	0.35%	83.82%	9.61%	0.73%	0.05%	0.15%
Moorwald (Birken, Schwarzerle)	21.02%	1.50%	63.90%	12.67%	8.66%	0.21%	86.41%	4.12%	0.61%	0.00%	0.00%
Roehrichte und Gro³seggen-Bestaende	10.22%	0.00%	0.05%	89.73%	1.33%	0.00%	10.27%	88.39%	0.00%	0.00%	0.00%
Waldfreie Hochmoor-Vegetation und Moorwaelder	29.09%	0.35%	62.63%	7.77%	4.13%	0.49%	92.34%	2.97%	0.08%	0.00%	0.00%
9 - Kuestenvegetation											
Duenen-, Fels- und Salzvegetation der Nord- und Ostseeku³te	0.78%	0.01%	0.16%	99.04%	1.99%	0.00%	2.38%	12.07%	38.42%	44.61%	0.52%

4.9 Verteilung der PNV-Typen und ihres aktuellen Zustandes über die Klimazonen

Die PNV-Typen verteilen sich natürlich über die Höhenlagen und den Niederschlagsgradienten wie nach ihrer Vegetation zu erwarten (PNV-Konzept als Synthese der Standortfaktoren). Für die Priorisierung der Simulationsstudien ist allerdings die flächenhafte Bedeutung von Höhenstufen und Niederschlagszonen relevant, für die dann repräsentative Studiengebiete ausgewählt werden.

Die Höhenverteilung der Bergmischwälder und der Buchenmischwälder ist sehr breit wohingegen sich die Eichenmischwälder und auch die Auen auf das Tiefland konzentrieren (größtenteils unter 100 m üNN). Die Bergmischwälder beginnen bereits bei 600 m und steigen bis auf 1600 m üNN. Die Buchenmischwälder steigen von 700 m üNN bis hinab ins Tiefland (Abbildung 9).

Potentielle Buchenmischwälder sind mit großen Flächenanteilen in Niederschlagsbereichen von weniger als 700 mm jährlich ausgewiesen (Abbildung 10). Auf saurem sind es 40%, auf basenreichem Substrat 60% ihrer Fläche. Für beide Standortstypen betrifft dies große Anteile der aktuell vorhandenen Nadelwaldforste (55% auf saurem und 80% auf basenreichem Substrat, Abbildung 11). Für die Fichte wird aus Zuwachs- und Stabilitätsgründen aus forstlicher Sicht ein Jahresmindestniederschlag von 700 mm angesetzt. Bei geringerem Niederschlag werden Kiefern vorgezogen. Der Nadelwaldanteil in den Buchenmischwäldern auf saurem Substrat ist deswegen zu zur Hälfte als Fichten- (Mitteldeutschland) und zur Hälfte als Kiefernforst anzunehmen (Nordwestdeutschland). Auf basenreichem Substrat haben die Kiefernforsten Nordostdeutschlands eine sehr große flächenmäßige Bedeutung (vgl. die aktuelle Verbreitung der Kiefer in Abbildung 8 mit den basenreichen Buchenmischwäldern der PNV in

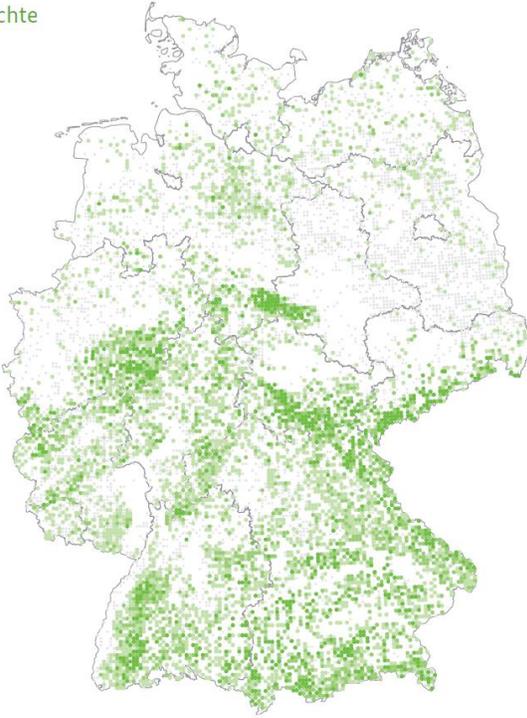
Abbildung 2).

Die Eichenmischwälder empfangen fast alle weniger als 700 mm Jahresniederschlag (Abbildung 10). Ihr Nadelwaldanteil ist somit als Kiefernforst anzunehmen (Abbildung 11).

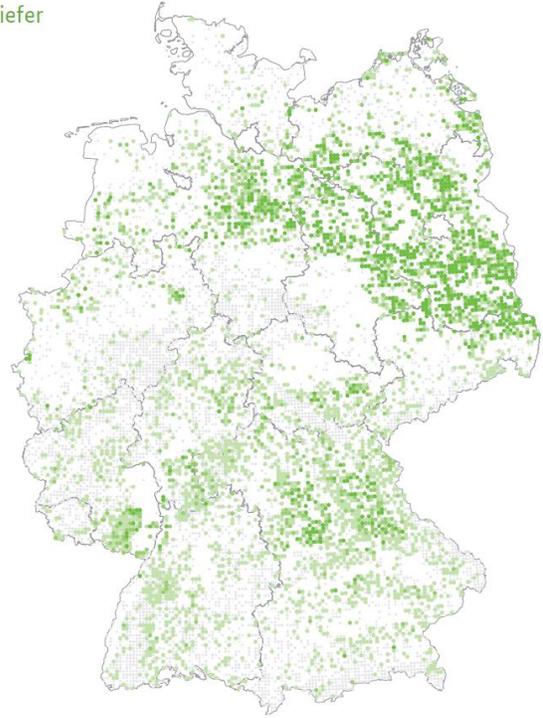
Für die Entwicklung von Forsten in Wildnisgebieten erscheinen somit sowohl ein klimawandel-indiziertes Absterben von Fichten-Reinbeständen und Feuer in großflächigen Kiefern-Beständen bei anhaltender Sommertrockenheit relevant.

Die Auen und Feuchtgebiete besitzen, obwohl fast alle im Tiefland gelegen (Abbildung 9), eine breite Variabilität der Jahresniederschläge, die sich durch ihre Verbreitung im norddeutschen Niederschlagsgradienten von West nach Ost erklärt (Abbildung 10). Die Jahressummen liegen meist bei weniger als 1000 mm/Jahr, was sehr wenig ist für Moorregenerationen im Zuge einer Wildnisentwicklung.

Fichte



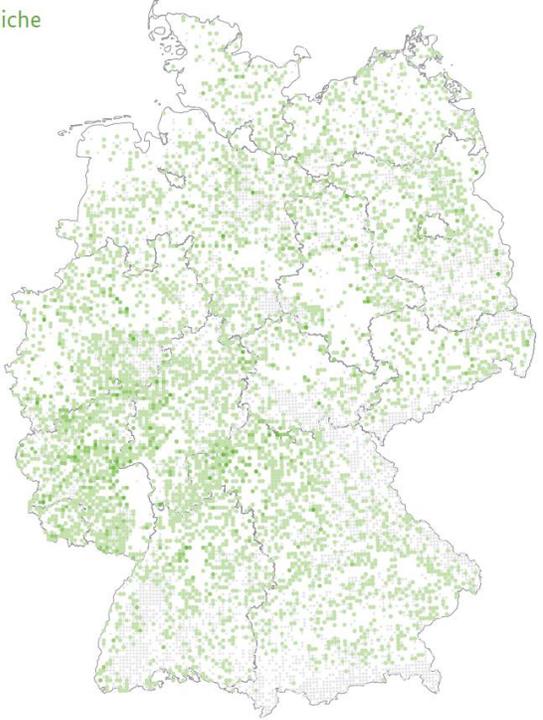
Kiefer



Buche



Eiche



Anteil am Trakt

● bis 1/3

● über 1/3 bis 2/3

● über 2/3

● Waldtrakt mit anderen Baumarten

Abbildung 8. Aktuelle Verbreitung von Fichte, Kiefer, Buche und Eiche in Deutschland. Trakt ist eine räumlich definierte Aufnahmeeinheit; Anteil am Trakt kann in etwa als Deckung interpretiert werden. Quelle: BMEL 2016.

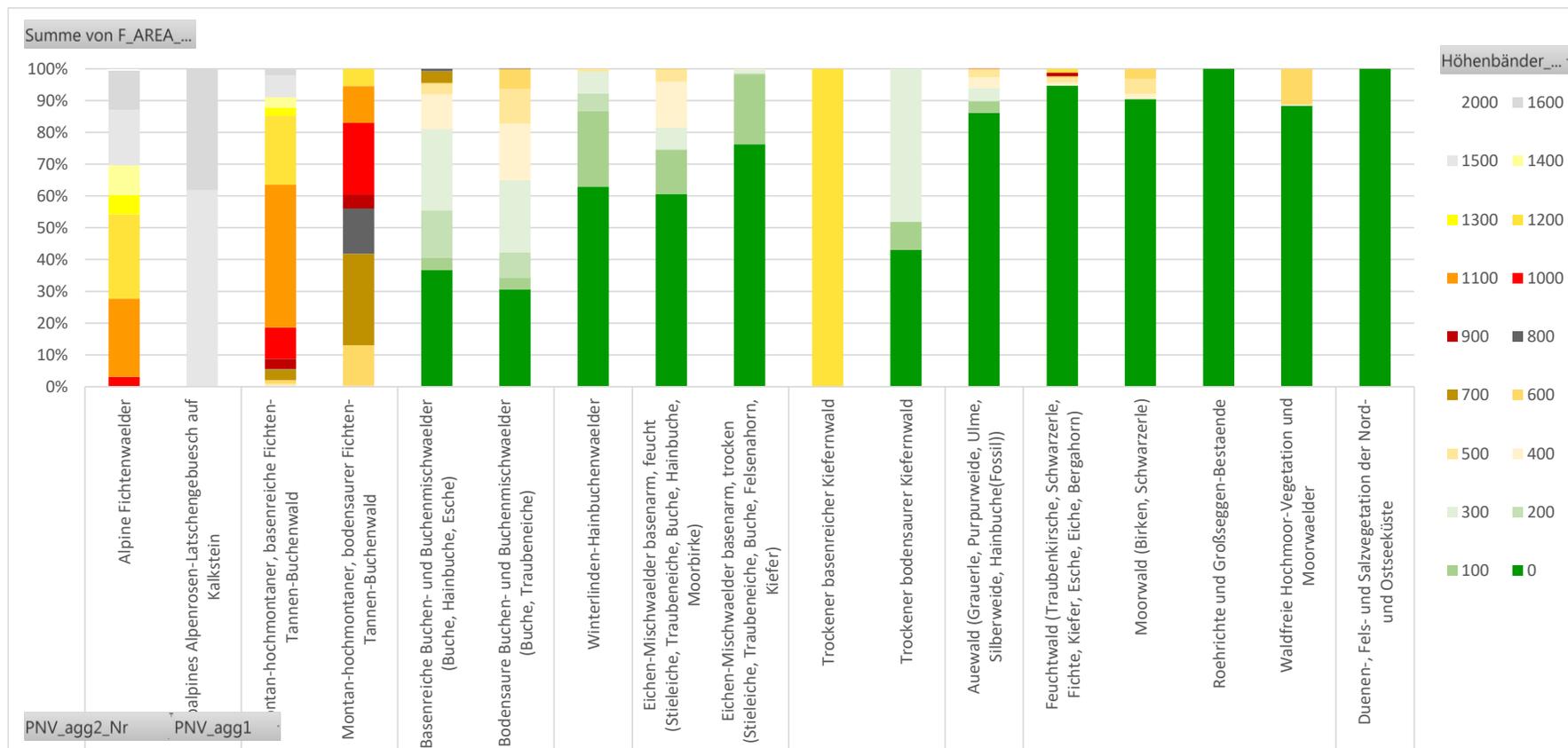


Abbildung 9. Flächenhafte Verteilung der aggregierten PNV-Typen über Höhenstufen in Meter über NN.

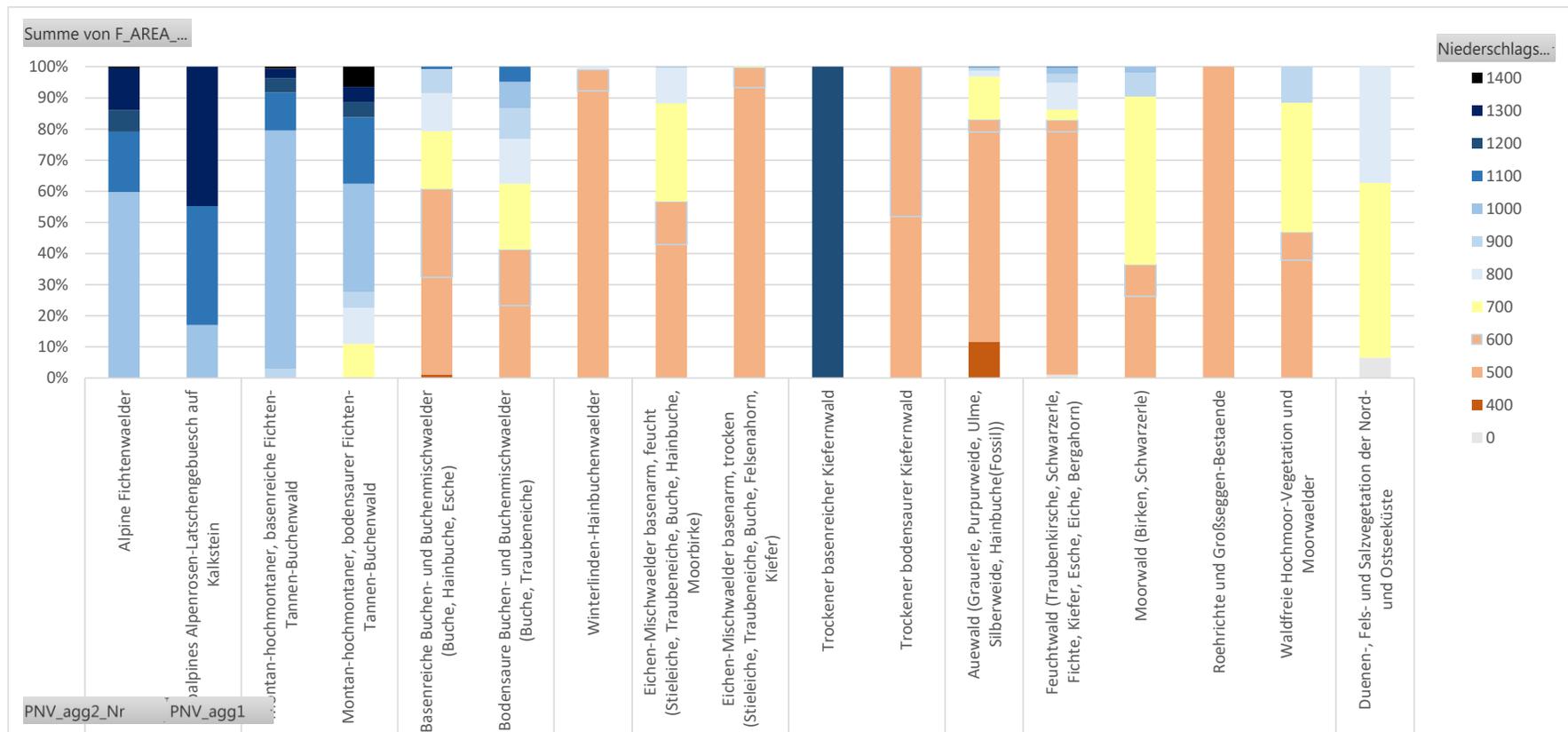


Abbildung 10. Flächenhafte Verteilung der aggregierten PNV-Typen auf die Bänder der Jahresniederschlagssumme (genannt ist die Klassenuntergrenze). Der Wechsel von Rot- auf Blautöne in der Legende markiert die Niederschlagsansprüche der Fichte aus waldbaulicher Sicht (mehr als 700 mm Jahresniederschlag, gelbes Band, für ausreichend Zuwachs und Stabilität).

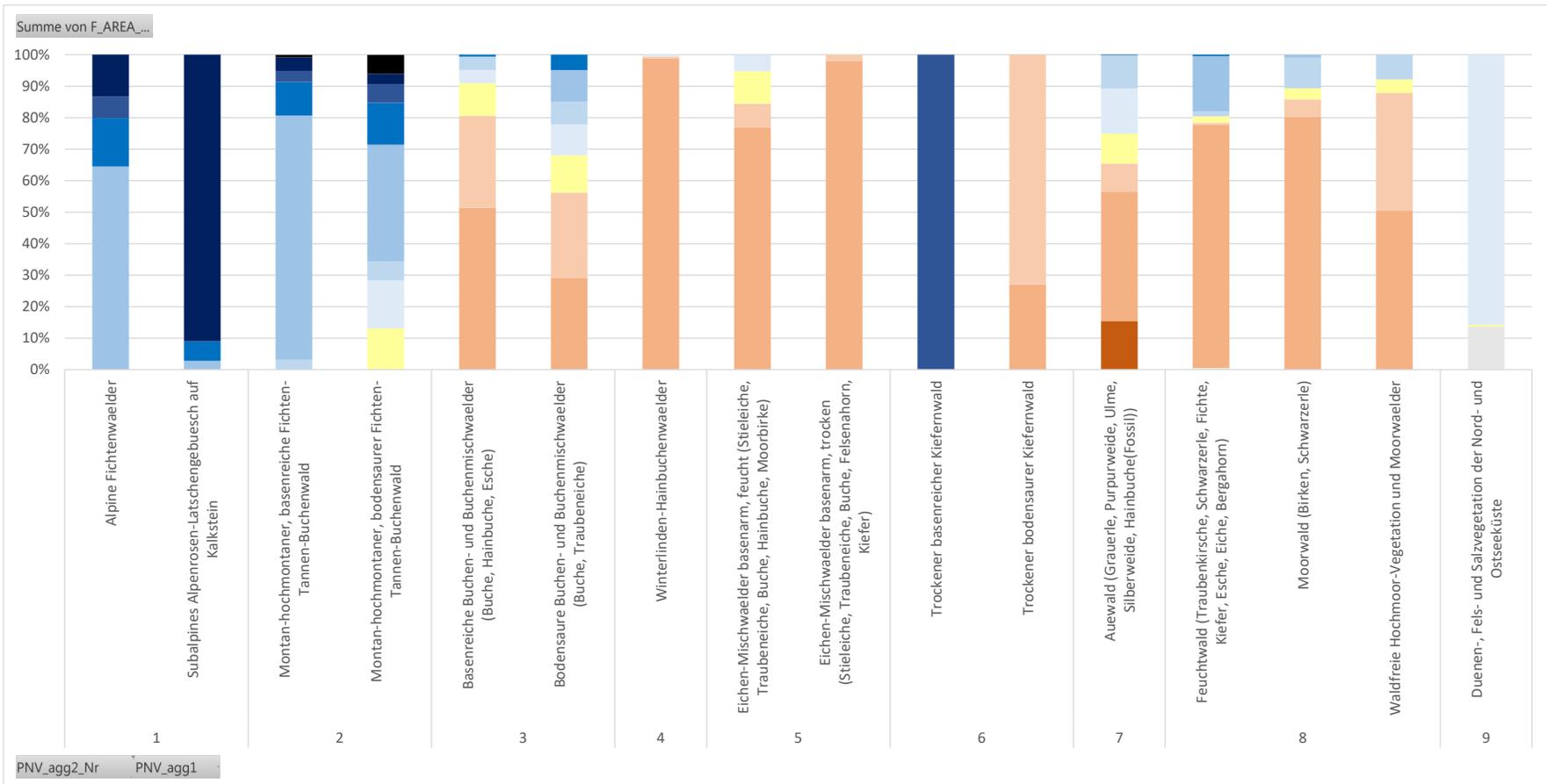


Abbildung 11. Flächenhafte Verteilung des Nadelwaldanteils der Bergmischwälder, der Buchen- und der Eichenmischwälder auf die Bänder der Jahresniederschlagssumme. Die Legende entspricht Abbildung 10.

5. Referenzen

Udo Bohn und Walter Weiß (2003): Die potenzielle natürliche Vegetation. In: Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland – Klima' Pflanzen- und Tierwelt. S. 84-87. {Bohn 2003 #505}

Digitales Landbedeckungsmodell für Deutschland LBM-DE2012. Bundesamt für Kartographie und Geodäsie. Stand: 07.01.2016.

Hijmans' Robert J.' Cameron' Susan and Juan Parra. WorldClim <http://worldclim.org/about>. Museum of Vertebrate Zoology' University of California' Berkeley. Abgerufen am 17.2.2016.

BMEL (2016): Der Wald in Deutschland. Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg).
http://www.etracker.de/lnkcnt.php?et=dQsDxK&url=https://www.bundeswaldinventur.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/Downloads/BMEL_Wald_Broschuere.pdf&lnkname=https://www.bundeswaldinventur.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/Downloads/BMEL_Wald_Broschuere.pdf aufgerufen am 30.5.2016.

PIK Klimadaten