

umwelt.nrw

#wald

The image shows three forest workers in high-visibility yellow and red gear working in a forest clearing. They are surrounded by tree stumps and young plants. The background is a dense forest of tall trees.

**WIEDERBEWALDUNGSKONZEPT
NORDRHEIN-WESTFALEN**
Empfehlungen für eine nachhaltige
Walderneuerung auf Kalamitätsflächen

Das Wiederbewaldungskonzept NRW ist ein Umsetzungsprojekt im Rahmen der **Klimaanpassungsstrategie Wald NRW** und steht im Kontext des **Waldpaktes für Nordrhein-Westfalen**.

Zu weiteren Umsetzungsprojekten gehören das **Waldbaukonzept NRW**, die **forstliche Standortkarte NRW**, das **Internetportal Waldinfo.NRW** sowie die waldbezogenen Inhalte der **NRW-Fachinformationssysteme zum Klimawandel**. Eine wichtige Informationsgrundlage stellt auch das **forstliche Umweltmonitoring** dar.

Weitere Informationen finden sich unter **www.umwelt.nrw.de** im Bereich „Wald“ und im Internetportal Waldinfo.NRW unter **www.waldinfo.nrw.de**.



Das
Wiederbewaldungs-
konzept NRW
im Internet

**WIEDERBEWALDUNGSKONZEPT
NORDRHEIN-WESTFALEN**
**Empfehlungen für eine nachhaltige
Walderneuerung auf Kalamitätsflächen**

INHALT

VORWORT	6
ZUSAMMENFASSUNG	8
1 EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG FÜR DIE WIEDERBEWALDUNG	10
2 AUSGANGSLAGE, ERFAHRUNGEN UND GRUNDSÄTZE	14
2.1 Analyse der Kalamitätsfläche	14
2.2 Erfahrungen nach Sturmereignissen	17
2.3 Grundsätze der Wiederbewaldung	20
3 RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN	23
4 WALDSTANDORTE UND WALDBAU	25
4.1 Waldstandorte als Grundlage für die Wiederbewaldung	25
4.2 Klima und Klimawandel als langfristige Rahmenbedingungen	28
4.3 Waldbaukonzept NRW	33
4.4 Veränderung der Wuchsbedingungen für Baumarten und Mischbestände	36
5 BESTANDESBEGRÜNDUNG	39
5.1 Flächenvorbereitung, Naturverjüngung, Pflanzung und Saat	39
5.2 Baumarten und Herkünfte	45
5.3 Schemata zur Bestandesbegründung	48
5.4 Waldrandgestaltung	78
6 FORSTLICHE FÖRDERUNG	80
7 SCHADRISIKEN BEI DER WIEDERBEWALDUNG	82
7.1 Wildschäden als Risikofaktor	82
7.2 Weitere abiotische und biotische Schadrisiken bei Kulturen	86
8 BIODIVERSITÄT, SCHUTZGEBIETE UND ERHOLUNGSNUTZUNG	89
8.1 Biodiversität auf Kalamitäts- und Sukzessionsflächen	89
8.2 Wiederbewaldung in Schutzgebieten	91
8.3 Aspekte der Erholungsnutzung	93
9 MONITORING UND FORSCHUNG ALS WISSENSGRUNDLAGEN	94
9.1 Forstliches Umweltmonitoring	95
9.2 Untersuchungen von Naturwäldern und Biodiversitätsmonitoring	98

10	UNTERSTÜTZUNGSANGEBOTE UND CHECKLISTE	100
<hr/>		
	ANHANG	102
<hr/>		
	1. Kalamitätskarte	102
<hr/>		
	2. Verfügbarkeit Boden- und Standortkarten	103
<hr/>		
	3. Baumarten-Standortansprüche	104
<hr/>		
	4. Waldentwicklungstypen-Pflanzenzahlen Freifläche	106
<hr/>		
	5. Kriterien für Pflanzenqualität	108
<hr/>		
	6. Wichtige biotische Schadrisiken im Kulturstadium	109
<hr/>		
	QUELLEN UND WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN	111
<hr/>		
	GLOSSAR	113
<hr/>		
	ERARBEITUNGSPROZESS UND DANKSAGUNG	117
<hr/>		
	IMPRESSUM	118
<hr/>		

VORWORT



Sehr geehrte Damen und Herren,

in den vergangenen Jahren haben Stürme, Dürren und Schädlinge auch den Wäldern in Nordrhein-Westfalen schwere Schäden zugefügt. Über die vergangenen 35 Jahre betrachtet, ist der ökologische Zustand der Wälder insgesamt mehr als besorgniserregend. Die extremen Trockenphasen der letzten drei Sommer haben diese Entwicklung weiter zugespitzt. Hier zeichnet sich der Klimawandel als Hauptursache für den schlechten, teilweise dramatischen Zustand der nordrhein-westfälischen Wälder bereits deutlich ab. Land- und Forstwirtschaft sind von dieser negativen Entwicklung besonders hart betroffen.

Großflächige Schäden führen inzwischen dazu, dass viele Wälder ihre Funktionen derzeit nur noch eingeschränkt erfüllen können. Für den Waldbesitz ist die Bewältigung dieser Situation eine große Belastung und Herausforderung. Auch vielen Bürgerinnen und Bürgern wird zurzeit bewusst, dass die gewohnte Waldidylle stellenweise einer Kulisse absterbender Bäume und baumloser Flächen weicht, die man als „Wälder“ kaum wiedererkennt.

Das gesamte Ausmaß der Schäden ist derzeit noch nicht absehbar. Vielerorts steht noch die forstliche Aufarbeitung der Schadflächen im Vordergrund. Wo dies bereits geschehen ist, steht die Wiederbewaldung der Schadflächen ganz oben auf der Agenda. Für die Forstwirtschaft unseres Landes wird die Begründung neuer Wälder viele Jahre lang im Mittelpunkt ihrer Arbeit stehen.

Die nordrhein-westfälische Landesregierung setzt sich sehr stark für die Bewältigung der Waldschäden ein und unterstützt die Forstwirtschaft nach Kräften. Mit ihrer „Schmallenberger Erklärung“ und dem „Waldpakt für Nordrhein-Westfalen“ hat sie ihre Hilfe angeboten und wichtige Fördermaßnahmen auf den Weg gebracht. Das nun vorliegende „Wiederbewaldungskonzept für Nordrhein-Westfalen“ ergänzt dieses Angebot an den Waldbesitz um fachliche Empfehlungen für die Erneuerung seiner Wälder. Es baut auf dem „Waldbaukonzept NRW“ auf und bietet vertiefte Informationen im Bereich der Bestandesbegründung nach großflächigen Schadereignissen. Dabei werden die aktuellen Daten zu den Auswirkungen des Klimawandels und neueste Erkenntnisse der Forschung einbezogen.

Um den praktischen Nutzwert für die Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer zu erhöhen, stellt das Land Nordrhein-Westfalen digitale Karten zur Verfügung, aus denen konkrete Empfehlungen für Baumarten und Mischbestände abzuleiten sind. Diese stehen dem Waldbesitz und der Öffentlichkeit im Internetportal Waldinfo.NRW zur Verfügung. Zu diesen digitalen Instrumenten bietet der Landesbetrieb Wald und Holz NRW allen Interessierten auch persönliche Beratung und Schulungen an.

Neben praktischen Hilfen und fachlichen Empfehlungen stellt die Landesregierung umfangreiche Fördermittel für den Waldbesitz zur Verfügung, die auch für die Wiederbewaldung zum Einsatz kommen sollen. Der Förderetat für den Forstbereich wurde allein im Jahr 2020 auf insgesamt

über 57 Mio. Euro aufgestockt – davon 36 Mio. Euro im Rahmen der Förderrichtlinie Extremwetterfolgen.

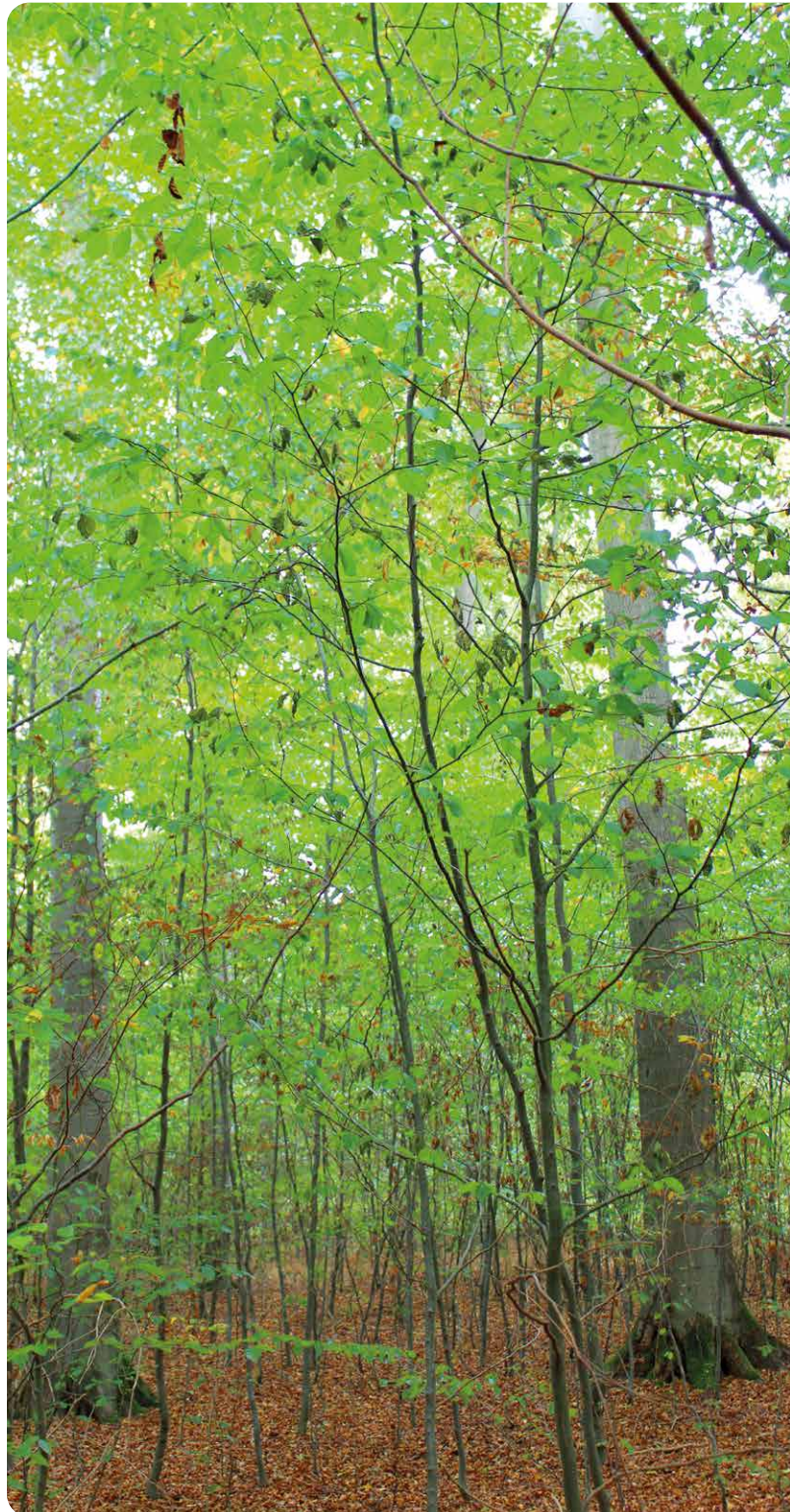
Darüber hinaus unterstützt die Landesregierung auch langfristig die wissenschaftliche Forschung zu den Auswirkungen des Klimawandels auf unsere Wälder. Wir werden die Waldforschung in Nordrhein-Westfalen weiter fördern und bauen unser Handeln auf dem jeweils aktuellen Stand der Forschung auf. Das forstliche Umweltmonitoring des Landes Nordrhein-Westfalen liefert hierfür wichtige Basisdaten.

So dürfen wir zuversichtlich sein, dass es uns in einem gemeinsamen Kraftakt aller Beteiligten nicht nur gelingen wird, die gravierenden Waldschäden in Nordrhein-Westfalen zu bewältigen, sondern auch mit neuen, ökologisch aufgewerteten und klimastabilen Wäldern gestärkt aus der aktuellen Krise hervorzugehen. Die neuen Wälder werden dann in der Lage sein, auch für zukünftige Generationen ihre vielfältigen Funktionen für die Natur und für die Gesellschaft zu erfüllen.

Ihre



Ursula Heinen-Esser
Ministerin für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



ZUSAMMENFASSUNG

Durch das Zusammenwirken von Sturmereignissen, Sommerdürren und der Borkenkäferkalamität in den Fichtenwäldern sind seit Anfang 2018 sehr große Schäden in den Wäldern und für den Waldbesitz entstanden. Während die Anstrengungen aller Beteiligten zur Bewältigung der Borkenkäferkalamität noch andauern und das abschließende Ausmaß der Schäden noch nicht absehbar ist, steht auch bereits die Wiederbewaldung der erheblichen Kalamitätsflächen an.

Die **Zielsetzung des Wiederbewaldungskonzeptes** ist es, allen Waldbesitzarten fachliche Empfehlungen zur Begründung solcher neuen Wälder auf den Kalamitätsflächen zu geben, die im Klimawandel vital, stabil, leistungsfähig und resilient sind. Diese sollen damit auch zukünftig die vielfältigen Waldfunktionen in der Natur, für die Gesellschaft und für die Wirtschaft erfüllen können. Die fachlichen Grundlagen stellen vor allem das Waldbaukonzept für Nordrhein-Westfalen und die digitalen Karten des Internetportals Waldinfo.NRW dar.

Bezüglich des **Umfangs der Kalamitätsfläche** wurden nach Satellitenbilddaten auswertungen mit Stand Juni 2020 in den Fichtenwäldern ca. 43.000 ha in der Schadstufe schwerer Schäden und abgestorbener Bestände erfasst. Da allein weitere ca. 41.000 ha bereits die Schadstufe leichter Schäden ausmachen, ist von einer letztendlich deutlich größeren Kalamitätsfläche auszugehen. Über Erhebungen in den Regionalforstämtern wurde zum Stand September 2020 eine Schadfläche von ca. 66.000 ha hergeleitet.

Das Konzept beschreibt **Grundsätze für die Wiederbewaldung** von Kalamitätsflächen. Dabei liegt ein besonderer Schwerpunkt auf standortgerechten Mischbeständen aus überwiegend heimischen Baumarten, ergänzt durch die sinnvolle Kombination von geeigneter Naturverjüngung und gezielter Pflanzung gewünschter weiterer Baumarten. Sie geben auch Hinweise zur besonderen Situation der Bestandesbegründung auf Freiflächen und unter Berücksichtigung begrenzter Ressourcen. Hierbei sind auch Erfahrungen aus Wiederbewaldungen nach früheren Sturmereignissen wie dem Orkan Kyrill eingeflossen.

Das Konzept stellt die **rechtlichen Rahmenbedingungen** für die Wiederbewaldung dar, was in erster Linie die forstrechtliche Verpflichtung zur Wiederaufforstung und naturschutzrechtliche Erfordernisse in und außerhalb von Schutzgebieten umfasst.

Aufgrund der grundlegenden Bedeutung der **Waldstandorte** für die Wahl geeigneter Baumarten und Mischbestän-

de werden boden- und standortkundliche Aspekte sowie die zu erwartenden **klimatischen Veränderungen** bezüglich der Vegetationszeit und Bodenwasserversorgung dargelegt. Modellierungen zur Eignung von Baumarten und Mischbeständen im Rahmen ausgewählter Klimawandelszenarien veranschaulichen die Auswirkungen der **Standortdrift** für Nordrhein-Westfalen. Es wird deutlich, dass sich bezüglich der Wasserversorgung genügsamere Baumarten im Klimawandel besser eignen. Für weiterführende waldbauliche Empfehlungen wird auf das **Waldbaukonzept NRW** mit seinen 23 Waldentwicklungstypen verwiesen.

Den zentralen Teil des Wiederbewaldungskonzeptes stellen die **Empfehlungen zur Bestandesbegründung** dar. Dies umfasst zunächst grundsätzliche Hinweise zu einer eventuell erforderlichen **Flächenvorbereitung**, zu den Verjüngungsformen **Naturverjüngung, Pflanzung und Saat** sowie zu geeigneten **Baumarten und Herkünften**. Bezüglich der Baumarten werden in erster Linie heimische und ausgewählte eingeführte Baumarten empfohlen. Einige ausgewählte eingeführte Baumarten aus Regionen außerhalb von Mitteleuropa werden für ein begrenztes experimentelles Einbringen aufgeführt. Der Verwendung von geeignetem, qualitätsgesichertem forstlichen **Vermehrungsgut** kommt eine große Bedeutung zu.

Die Empfehlungen zur Bestandesbegründung beinhalten zudem zehn **exemplarische Schemata** mit einigen Varianten für ausgewählte Mischwälder. Die Ausgangslage ist stets eine Fichten-Kalamitätsfläche ohne relevanten Restbestand und mit Fichten-Naturverjüngung, weiterer Sukzession von Waldbäumen sowie Konkurrenzvegetation und zeitweisen Blößen. Die Schemata bestehen jeweils aus einer grafischen Darstellung, die als Beispiel für einen Pflanzplan dienen kann, sowie einer Tabelle mit entsprechenden Kennwerten inkl. Kostenangaben. Auf der Grundlage verschiedener Standortbedingungen und Ziele für den zukünftigen Waldbestand werden für verschiedene räumliche Bezugsgrößen (1 ha, 2 ha, 10 ha) konkrete Umsetzungsmöglichkeiten für die waldbaulich sinnvolle Kombination vorhandener Naturverjüngung und gezielter ergänzender Pflanzung gewünschter weiterer Baumarten skizziert. Die Pflanzbereiche sind so angelegt, dass die Erhaltung der Baumartenzusammensetzung bis zum angestrebten Waldentwicklungstyp in späteren Waldentwicklungsphasen befördert wird. Der Aufbau von Mischbeständen mit möglichst mindestens vier Baumarten (inkl. Nebenbaumarten) soll angesichts der Risiken im Klimawandel die Stabilität und Resilienz der Bestände erhöhen. Es sind auch Varianten mit der vorherigen Anlage eines künstlichen Vorwaldes (zur Vorbereitung der

Pflanzung von Schattbaumarten) und mit noch geringerem Anteil aktiver Pflanzung enthalten.

Aufgrund der stabilisierenden und ökologisch bereichernden Wirkung von Waldrändern wird die **Waldrandgestaltung** bei der Bestandesbegründung betont.

Auf die verschiedenen **Fördermöglichkeiten** im Rahmen der forstlichen Förderrichtlinien, insbesondere der Förderrichtlinie zur Bewältigung der Extremwetterfolgen, wird verwiesen.

Wegen der besonderen Situation der Wiederbewaldung auf großen Freiflächen wird auch auf die **Schadrisiken** für die Kulturen eingegangen. Die **Schaffung angepasster Schalenwildbestände** ist eine entscheidende Voraussetzung für die erfolgreiche Begründung und Entwicklung baumartenreicher Mischbestände. Darüber hinaus werden die Möglichkeiten des mechanischen Pflanzenschutzes aufgezeigt. Auch auf weitere abiotische und biotische Schadrisiken wird hingewiesen.

Bezüglich **Ökologie und Biodiversität** können Kalamitäts- und Sukzessionsflächen zu einer zeitweisen Anreicherung von Habitatstrukturen sowie der Artenvielfalt führen. Im Konzept finden sich auch dazu Hinweise, wie diese Aspekte bei der Wiederbewaldung genutzt und gefördert werden können.

Im bevölkerungsreichen Nordrhein-Westfalen spielt die **Erholungsnutzung** des Waldes eine große Rolle. Entsprechend gibt das Konzept Hinweise, wie Aspekte der Erholungsnutzung bei der Wiederbewaldung berücksichtigt werden können.

Bezüglich der Begründung und Entwicklung neuer Wälder, mit ihren langen Lebenszyklen und unter den Bedingungen des Klimawandels, gibt es noch viele **Forschungsfragen**. Auch verbleiben Unsicherheiten hinsichtlich der tatsächlichen Klimaveränderungen und ihrer Auswirkungen auf die Wälder. Daher kommt der Stärkung der Forschung und des Monitorings in diesem Bereich eine große Bedeutung zu. Besonders wichtig ist, dass stets die **aktuell verfügbaren Daten und Erkenntnisse** in die Instrumente und Empfehlungen für die Waldbewirtschaftung einfließen und somit vom Waldbesitz genutzt werden können.

Zur Anwendung des Wiederbewaldungskonzepts bietet die Landesforstverwaltung **Beratung und Schulungen** an.

In einer **Checkliste** werden die wichtigsten Punkte für die Wiederbewaldung von Kalamitätsflächen zur praktischen Anwendung durch den Waldbesitz zusammengefasst.

Die Empfehlungen des Wiederbewaldungskonzeptes, die des Waldbaukonzeptes sowie die unterstützenden digitalen Karten werden periodisch weiterentwickelt.

Kalamitätsgeschädigte Fichten



1 EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG FÜR DIE WIEDERBEWALDUNG

Durch das Zusammenwirken von Sturmereignissen – insbesondere das Orkantief Friederike im Januar 2018 –, extreme Dürren in den Sommern 2018 bis 2020 sowie die große, seit 2018 andauernde Borkenkäferkalamität in den Fichtenwäldern, sind enorme Schäden in den Wäldern und für den Waldbesitz entstanden. Diese betreffen deutlich mehr Landesteile als der Orkan Kyrill im Jahr 2007.

Während die großen Anstrengungen aller Beteiligten zur Bewältigung der Borkenkäferkalamität andauern und das tatsächliche Ausmaß der Schäden noch nicht absehbar ist, steht bereits die Wiederbewaldung der erheblichen Kalamitätsflächen an.

Bei der Begründung der neuen, zukünftigen Wälder auf den Kalamitätsflächen ist aufgrund der zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels, insbesondere auch des erhöhten Risikos von Witterungsextremen, eine besondere Vorsorge zu treffen.

Die fachlichen Empfehlungen des Wiederbewaldungskonzeptes basieren maßgeblich auf den weiterentwickelten

Instrumenten für die Waldbewirtschaftung im Klimawandel, insbesondere dem Waldbaukonzept Nordrhein-Westfalen und den digitalen Karten des Internetportals Waldinfo.NRW. Hierbei wurden die Empfehlungen zur Bestandesbegründung (s. Kapitel 5) der besonderen Situation im gesamten Land vorkommender, sehr großer Kalamitätsflächen, einer sinnvollen Kombination von ökologischen und wirtschaftlichen Aspekten, den begrenzten Ressourcen für die Wiederbewaldung sowie den Waldbesitzverhältnissen in Nordrhein-Westfalen angepasst.

Die Empfehlungen stellen außerdem auch eine Weiterentwicklung des Wiederbewaldungskonzeptes für Nordrhein-Westfalen nach dem Orkan Kyrill (LB WH NRW, 2007) dar.

Die aktuelle fachliche Diskussion zur Wiederbewaldung der Kalamitätsflächen auf Bundesebene (BfN, 2020; BMU, 2019; DVFFA, 2019; Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik beim BMEL, 2019; Spellmann, 2018) ist ebenfalls in das Wiederbewaldungskonzept Nordrhein-Westfalen eingeflossen.

Trockene Fichten und Freiflächen prägen das Bild in stark von den Kalamitätseignissen betroffenen Gebieten



ZIELSETZUNG FÜR DIE WIEDERBEWALDUNG DER KALAMITÄTSFLÄCHEN

Das Wiederbewaldungskonzept Nordrhein-Westfalen entspricht den strategischen Zielsetzungen der Schmallenberger Erklärung der nordrhein-westfälischen Landesregierung zum Wald, des Waldpaktes für Nordrhein-Westfalen, der Klimaanpassungsstrategie für den Wald und der Biodiversitätsstrategie.

Die auf den Kalamitätsflächen neu begründeten Waldbestände sollen geeignet sein, auch zukünftig die vielfältigen Waldfunktionen für Natur, Gesellschaft und Wirtschaft aufrechtzuerhalten; dies beinhaltet auch den Beitrag der Wälder und der Waldbewirtschaftung zum Klimaschutz.

Bei der Wiederbewaldung soll die bestmögliche Vorsorge zur Etablierung und Entwicklung stabiler, vitaler, leistungsfähiger und im Klimawandel möglichst resilienterer Waldbestände getroffen werden; hierzu dient insbesondere das zentrale Prinzip des Waldbaukonzeptes NRW, standortgerechte und perspektivisch strukturierte Mischbestände aus überwiegend in Nordrhein-Westfalen heimischen und ergänzend ausgewählten eingeführten Baumarten unter Verwendung von geeignetem forstlichen Vermehrungsgut zu begründen und zu entwickeln.

Bei der Wiederbewaldung der großen Kalamitätsflächen soll eine fachlich sinnvolle Kombination von geeigneter Naturverjüngung und gezielter Pflanzung gewünschter weiterer Baumarten erfolgen.

Bei der Wiederbewaldung von Kalamitätsflächen in Schutzgebieten (Natura 2000-FFH-Gebiete, Naturschutzgebiete etc.) sind die jeweiligen Schutz- und Entwicklungsziele sowie die Vorgaben der Managementkonzepte zu beachten; die Empfehlungen des Wiederbewaldungskonzeptes stellen jedoch auch für diese Gebiete eine wichtige Grundlage zur Begründung und Entwicklung vitaler Wälder und somit zur Aufrechterhaltung des Schutzzweckes dar.

Das Wiederbewaldungskonzept Nordrhein-Westfalen zielt darauf ab, den Waldbesitz und die Forstbetriebe bei der Begründung und Entwicklung der neuen, zukünftigen Wälder mit den aktuellen fachlichen Empfehlungen und Instrumenten des Landes Nordrhein-Westfalen zu unterstützen.



Internetvideo zur
Waldbewirtschaftung
im Klimawandel

Wald und Waldbewirtschaftung in Nordrhein-Westfalen

Nordrhein-Westfalen verfügt über 935.000 Hektar (ha) Wald; dies entspricht 27 % der Landesfläche. Besonders waldreich sind die Mittelgebirgslagen der Eifel, des Sauer- und Siegerlands sowie des Weserberglands. Die Waldgebiete im Tiefland, etwa am Niederrhein sowie im Münsterland, weisen zumeist einen geringeren Anteil an der Gesamtfläche auf und sind häufig nicht arrondiert.

Die heutige Waldfläche und die Baumartenzusammensetzung sind neben den natürlichen Gegebenheiten auch stark durch gesellschaftliche Entwicklungen wie Nachkriegsaufforstungen sowie die forstwirtschaftliche Praxis ihrer jeweiligen Zeit geprägt. Derzeit bestehen die nordrhein-westfälischen Wälder zu 58 % aus Laubbäumen und zu 42 % aus Nadelbäumen. 51 Baumarten bzw. Baumartengruppen wurden im Zuge der Landeswaldinventur 2014 (LB WH NRW, 2016) erfasst. Die Fichte ist mit einem Anteil von ca. 30 % die häufigste Baumart, gefolgt von der Buche mit 19 %, der Eiche mit 17 % und der Kiefer mit 8 %.

Die nordrhein-westfälischen Wälder weisen laut Landeswaldinventur 2014 einen Holzvorrat von insgesamt 277 Mio. m³ (Festmeter) auf. Die langfristige durchschnittliche Holznutzung beträgt ca. 5 Mio. m³ pro Jahr.

Charakteristisch für Nordrhein-Westfalen ist der mit 63 % sehr hohe Anteil an Privatwald. Ebenfalls bedeutend ist mit 21 % der Waldfläche der Körperschaftswald.

Der Erhalt der Wälder und ihre nachhaltige Bewirtschaftung erfolgen auf der Grundlage des nordrhein-westfälischen Landesforstgesetzes. Hierbei sind die Kriterien der nachhaltigen und ordnungsgemäßen Waldbewirtschaftung von besonderer Bedeutung.

Waldfunktionen

Wälder sind in Nordrhein-Westfalen zentrale und zugleich prägende Landschaftselemente. Sie erfüllen dabei zahlreiche Funktionen – nämlich Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen.

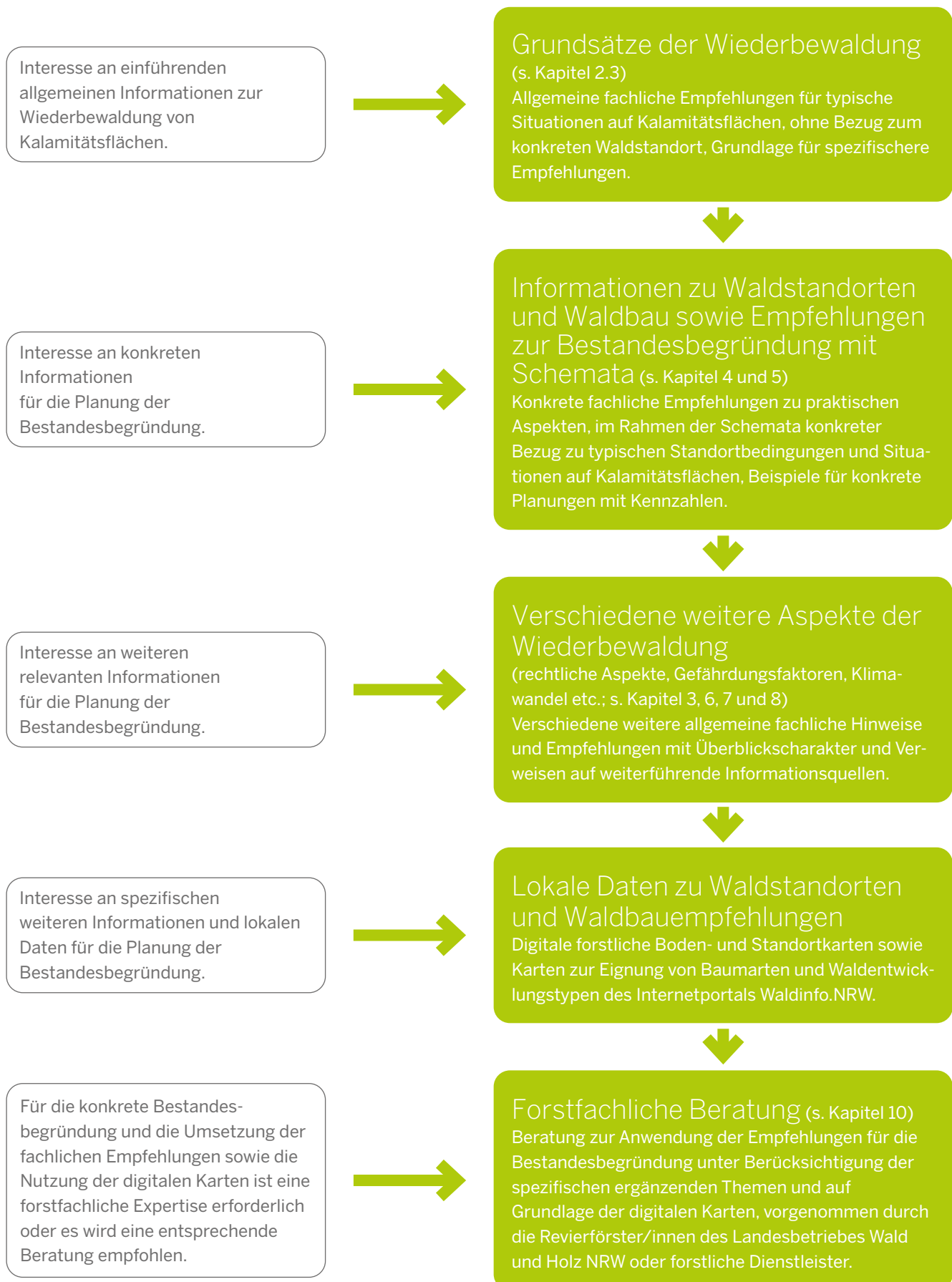
Die Nutzfunktion beinhaltet die wirtschaftliche Bedeutung des Waldes, also seine Rohstofffunktion mit den Arbeits-, Einkommens- und Vermögensfunktionen. Die Schutzfunktionen umfassen die Bewahrung der Stabilität des Naturhaushaltes sowie die Sicherung von Naturgütern. Wald ist für Pflanzen-, Pilz- und Tierarten ein wichtiger Lebensraum. Darüber hinaus setzt er Sauerstoff frei, entzieht der Atmosphäre CO₂, filtert Wasser, nimmt Feinstaub auf und schützt den Boden sowie vor Erosion und Lärm. Im bevölkerungsreichen Nordrhein-Westfalen ist die Erholungsfunktion der Wälder von besonderer Bedeutung, insbesondere rund um die großen urbanen Zentren und Metropolräume. Unterschiedliche Formen der Freizeitnutzung nehmen einen immer höheren Stellenwert ein. Auch ist in den vergangenen Jahren die Bedeutung der Wälder für die Gesundheitsvorsorge und für unterschiedliche Therapieformen deutlich geworden.

Die Sicherung der vielfältigen Funktionen des Waldes ist gesetzlicher Auftrag nach dem Landesforstgesetz NRW. Die aktuelle Waldfunktionenkarte (LB WH NRW, 2019) stellt die Verteilung und Bedeutung der Schutz- und Erholungsfunktionen sowie zusätzliche umweltrelevante Informationen für die Waldfläche dar und steht im Internetportal Waldinfo.NRW zur Verfügung.

Ergänzend zur forstlichen Waldfunktionenlehre gibt es seit den 2000er-Jahren den international im Rahmen der „Convention on Biodiversity“ erarbeiteten wissenschaftlichen Ansatz der „Ecosystem services“ oder Ökosystemleistungen, welcher auch für die Wälder zunehmend an Bedeutung gewinnt.

Im Kontext der großen Waldschäden und angesichts der Herausforderungen für die Waldbewirtschaftung im Klimawandel wird auf Bund-Länder-Ebene auch die Möglichkeit einer Honorierung von Ökosystemleistungen der Wälder erörtert. Dabei wird insbesondere eine Klimaprämie für Beiträge zum Klimaschutz durch die Kohlenstoffspeicherung und Substitution von CO₂ diskutiert.

MÖGLICHKEITEN DER NUTZUNG DES WIEDERBEWALDUNGSKONZEPTES NRW SOWIE WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN UND UNTERSTÜTZUNG



2 AUSGANGSLAGE, ERFAHRUNGEN UND GRUNDSÄTZE

2.1 ANALYSE DER KALAMITÄTSFLÄCHE

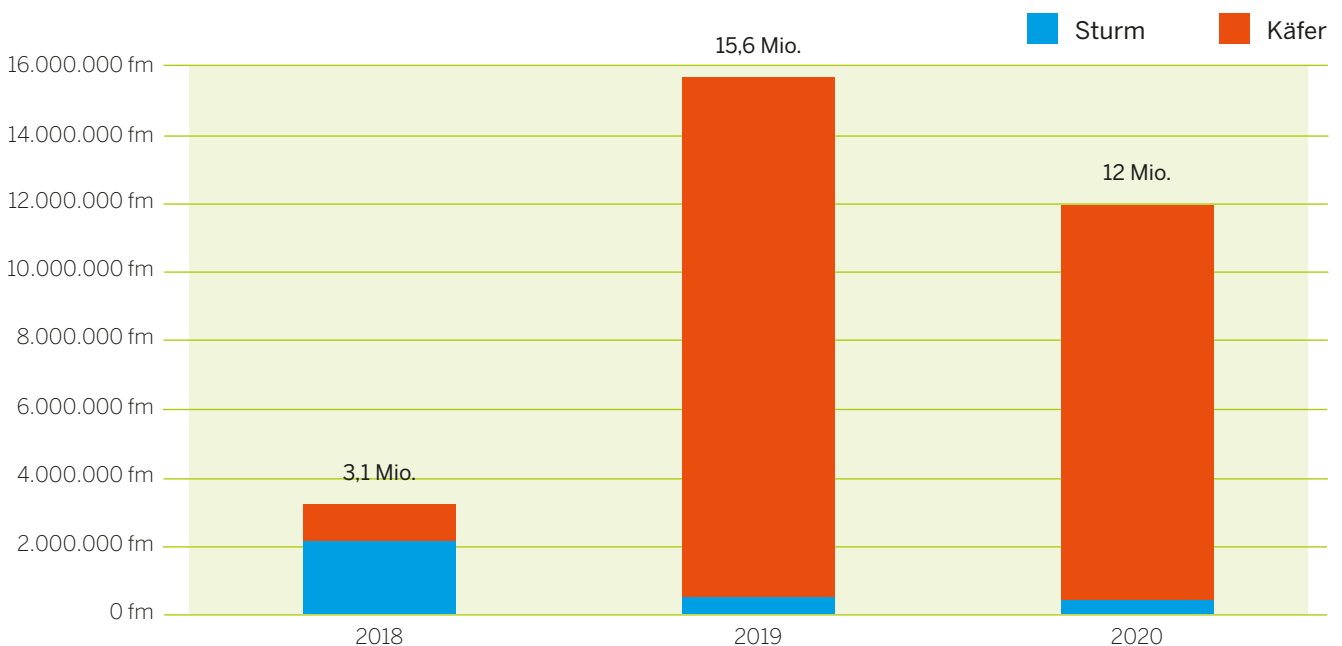
Abfrage der Kalamitätsholzmengen bei den Regionalforstämtern und darauf basierende Herleitung der Kalamitätsfläche

Die Landesforstverwaltung erhebt über die Regionalforstämter des Landesbetriebes Wald und Holz Nordrhein-Westfalen (LB WH NRW) seit 2018 regelmäßig die Kalamitätsholzmengen, die durch Sturm, Dürre oder Borkenkäferbefall angefallen sind. Grundlage sind Einschätzungen der Forstbetriebsbezirke vor Ort, die die Entwicklung der Fichtenbestände in den Kennzahlen „stehendes Kalamitätsholz“ (unterschieden nach „stehend forstschutzrelevant“ und „stehend trocken“) und „aufgearbeitetes Holz“ abbilden.

Werden die Ergebnisse der Kalamitätsholzmengenabfragen für die Baumart Fichte, egal, ob durch Sturm,

Trocknis oder Borkenkäfer verursacht, von Anfang 2018 bis September 2020 zusammengefasst, ergibt sich eine Schadholzmenge von 30,7 Mio. Festmetern. Fast 90 % hiervon wurden durch Borkenkäfer verursacht. Diese Schadholzmenge bezieht sich auf ganz Nordrhein-Westfalen und auf alle Waldbesitzarten. Extreme Schäden sind mittlerweile in allen Forstamtsbereichen der niederen und mittleren Höhenlagen zu verzeichnen. Zusätzlich wurden bereits zu Beginn des Jahres 2020 große Kalamitätsholzmengen auch in den Hochlagen der Eifel und des Sauerlands gemeldet.

Über die o. g. Erhebungen in den Regionalforstämtern wurde zum Stand September 2020 eine Kalamitätsfläche von ca. 66.000 ha hergeleitet.



Kalamitätsholzmengen Januar 2018 bis September 2020 (Forstamtsabfragen, NRW gesamt, Sturm und Käfer, Fichte).



Einschätzung der Kalamitätssituation aus der Luft

Bestimmung von Kalamitätsflächen im Nadelwald über die Auswertung von Satellitendaten

Grundlage für die Ableitung von Kalamitätsflächen im Nadelwald sind zwei landesweit laufende Fernerkundungsverfahren, welche die flächendeckend verfügbaren

Sentinel-2-Satellitendaten des Copernicus-Programms der Europäischen Weltraumorganisation nutzen, um daraus zum einen die Verteilung von Laub- und Nadelwald zu bestimmen und zum anderen in den als Nadelwald erkannten Waldflächen ein Vitalitätsmonitoring durchzuführen.

Methodische Anmerkungen:

Beim Vitalitätsmonitoring wird anhand von Referenzdaten zu geschädigten und gesunden Nadelwaldbeständen ein Vegetationsindex berechnet. Durch den Vergleich der aktuellen Werte mit einem Vergleichszeitpunkt, beispielsweise aus 2017, lassen sich Veränderungen der Vitalität (u. a. bezüglich der Chlorophyll-Produktivität) ableiten. Bei steigender Abnahme der Vitalität werden die Flächen als geschädigt klassifiziert. Stark beeinflusste Flächen lassen auf bereits aufgearbeitete oder geräumte Kahlflächen schließen. Die Ergebnisse werden als digitale Karten im Internetportal Waldinfo.NRW veröffentlicht.

In den über die Copernicus-Satelliten als Nadelwald erkannten Flächen (im Rahmen der Fernerkundung wurden durch Auswertung von Satellitendaten rund 340.500 ha als Nadelwald klassifiziert; diese Fläche ist rund 5 % geringer als die bei der Landeswaldinventur als Nadelwald ausgewiesene Fläche von 359.000 ha) wurden mit dem geschilderten Verfahren bisher die Kalamitätsflächen der Jahre 2018 bis Juni 2020 abgeleitet und aggregiert. Dabei sind einige methodische Aspekte zu beachten:

- Aufgrund von Bewölkung, überlagernden Randstrukturen oder Unterschreitung einer auf 0,1 ha festge-

setzten Mindestflächengröße pro Kalamitätsfläche liefert das Verfahren für bestimmte Waldflächen keine Ergebnisse (8,6 % der als Nadelwald erkannten Fläche bzw. insgesamt rund 29.200 ha).

- Als gesicherte Kalamitätsflächen werden nur solche Flächen eingestuft, die entweder der Schadstufe 2 „sichtbarer bis schwerer Käfer-/Trocknisschaden“ oder der Schadstufe 3 „aufgearbeitete oder geräumte Kahlfläche“ angehören (rund 12,5 % der als Nadelwald erkannten Fläche bzw. insgesamt rund 42.700 ha).
- Die Schadstufe 1 „Verdacht; geringe oder erste sichtbare Symptome“ mit einer Fläche von rund 41.300 ha wurde bislang nicht als gesicherte Kalamitätsfläche betrachtet und deshalb keiner weiteren Auswertung unterzogen (diese Fläche könnte bei einem negativen Verlauf der Kalamität anteilig oder vollständig zur Gesamtkalamitätsfläche hinzukommen).

Die Verfahren zur Erfassung der Vitalitätsabnahme und zur Erstellung der Kalamitätskarte werden periodisch mit aktualisierten Daten durchgeführt und methodisch weiterentwickelt.

Die Kalamitätskarte auf Grundlage der Satellitenbilddatenauswertungen erlaubt trotz der gegebenen methodischen Einschränkungen landesweite Aussagen zum Umfang und zur regionalen Verteilung der Kalamitätsflächen. Zudem

sind Verschneidungen mit verschiedenen Themenkarten und entsprechende inhaltliche Auswertungen für strategische Zwecke möglich.

Gesamte Kalamitätsfläche im Nadelholz												
rd. 42.700 ha												
Verteilung auf Regierungsbezirke												
Münster			Detmold			Arnsberg			Köln		Düsseldorf	
rd. 2.300 ha 5 %			rd. 10.300 ha 24 %			rd. 18.300 ha 43 %			rd. 10.600 ha 25 %		rd. 1.200 ha 3 %	
Verteilung auf die 16 Regionalforstämter												
01	rd. 200 ha	0 %	05	rd. 4.800 ha	11 %	09	rd. 1.400 ha	3 %	13	rd. 1.600 ha	4 %	
02	rd. 1.000 ha	2 %	06	rd. 3.100 ha	7 %	10	rd. 1.400 ha	3 %	14	rd. 1.000 ha	2 %	
03	rd. 1.400 ha	3 %	07	rd. 1.100 ha	3 %	11	rd. 6.900 ha	16 %	15	rd. 2.000 ha	5 %	
04	rd. 3.300 ha	8 %	08	rd. 3.200 ha	7 %	12	rd. 6.200 ha	15 %	16	rd. 4.100 ha	10 %	
Betroffenheit von FFH-Gebieten												
Fläche innerhalb von FFH-Gebieten						Fläche außerhalb von FFH-Gebieten						
rund 10.800 ha 25 %						rund 31.900 ha 75 %						
Verteilung auf Höhenstufen (bzw. Vegetationsbereiche)												
planar (> 160 Tage)			kollin (145–160 Tage)			submontan (130–144 Tage)			obermontan/montan (< 130 Tage)			
rund 30.400 ha 71 %			rund 9.700 ha 23 %			rund 2.400 ha 6 %			rund 200 ha 0 %			
Verteilung auf die Gesamtwasserhaushaltsstufen (nach FSK 50)												
mäßig trocken bis sehr trocken, wechsel trocken		mäßig frisch		frisch bis sehr frisch, grund- frisch bis grund- feucht		mäßig wechsel- feucht bis wechselfeucht		hangfeucht, feucht		nass, staunass		
rd. 4.500 ha 11 %		rd. 9.300 ha 22 %		rd. 21.900 ha 51 %		rd. 4.700 ha 11 %		rd. 1.800 ha 4 %		rd. 500 ha 1 %		

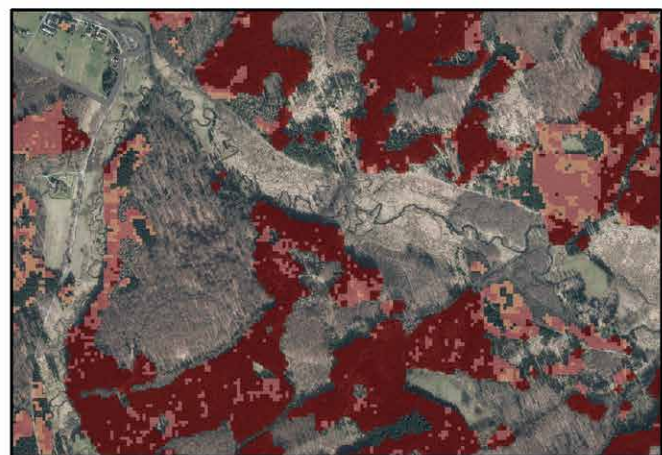
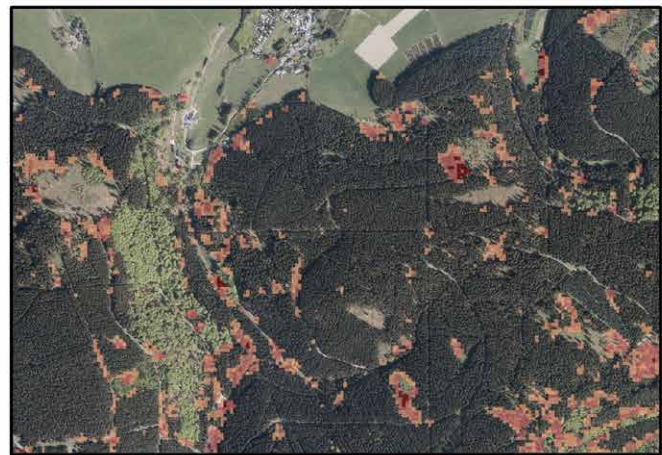
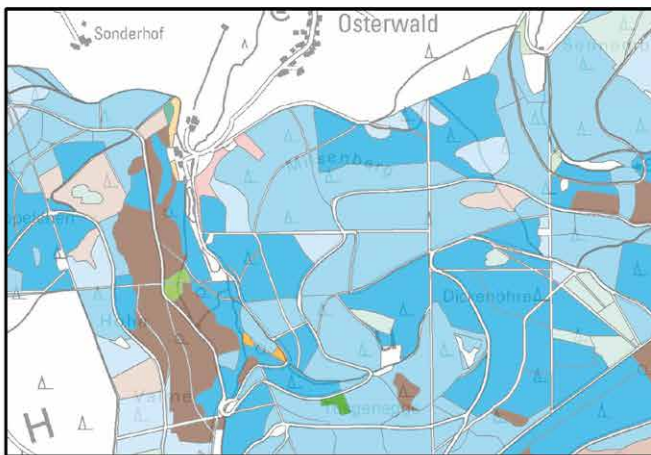
Beispielhafte landesweite Auswertung der aus Fernerkundungsverfahren abgeleiteten Kalamitätsflächen (nur als gesichert erfasst angesehene Kalamitätsfläche, Daten bis Juni 2020).

Die Darstellung zeigt beispielhaft, dass räumliche Fragestellungen (z. B. Verteilung nach Regierungsbezirken oder Regionalforstämtern), Fragen nach dem Rechtsstatus der Gebiete (z. B. Betroffenheit von Gebieten gemäß Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie – FFH-Richtlinie) oder auch waldökologische Fragestellungen (z. B. Verteilung nach Höhenstufen bzw. Vegetationszeitbereichen, Verteilung nach Wasserhaushaltsstufen der forstlichen Standorte) beantwortet werden können.

Auch Verschneidungen der Kalamitätskarte mit der digitalen forstlichen Standortkarte sowie den Empfehlungs-

karten zu geeigneten Baumarten und Mischbeständen (Waldentwicklungstypen des Waldbaukonzepts NRW) zu den derzeitigen Klimabedingungen und unter verschiedenen Klimawandelszenarien sind möglich (vgl. Kapitel 4 „Waldstandorte und Waldbau“). Entsprechende landesweite thematische Auswertungen sind in Vorbereitung.

Im nebenstehend dargestellten Vergleich der Forstbetriebskarten mit der Auswertung der Fernerkundungsdaten werden regionale Unterschiede deutlich.



Vergleich von Waldbeständen nach Betriebskarten und nach Luftbildern (Betriebskarte: blau = Fichte, gelb = Eiche, braun = Buche; Luftbild: Stufen der Vitalitätsabnahme, ■ = gering: Verdacht oder erste sichtbare Symptome, ■ = mittel: sichtbarer bis schwerer Käfer-/Trocknisschaden, ■ = stark: aufgearbeitete oder geräumte Kahlfäche (Blöße). Die beiden letztgenannten Stufen werden als gesicherte Kalamitätsfläche angenommen, Befliegung März 2020. Oben nur vereinzelte, meist mittlere Vitalitätsabnahme im Hochsauerland (Hunau); unten starke, meist flächige Vitalitätsabnahme in Fichtenbeständen im Hevetal (Möhnesee).

2.2 ERFAHRUNGEN NACH STURMEREIGNISSEN

Die nach größeren Sturmereignissen gesammelten Erkenntnisse aus der Forstpraxis und Forschung helfen, die natürliche Walddynamik besser zu verstehen. Dort, wo der Wald vor 30 Jahren (Stürme Vivian und Wiebke) bzw. 13 Jahren (Sturm Kyrill) am Boden lag, stehen heute wieder Jungwälder.

In Nordrhein-Westfalen betrug der Sturmholzanfall nach den Stürmen Vivian und Wiebke im Februar 1990 ca. 2,8 Mio. m³. Die natürliche Wiederbewaldung dieser Flächen bestand aus den Verjüngungsvorräten unter dem Schirm der Vorbestände, dem Samenreservoir im Oberboden (Samenbank) und den Sameneinträgen von potenziellen Samenlieferanten. Ergebnisse aus Dauerver-

suchsflächen zeigen, dass sich im Mittel 7.500 Bäume pro Hektar (500 – 28.000 Stk./ha) natürlich verjüngt haben. Das Laub-/Nadelbaumarten-Verhältnis war auf den verschiedenen Flächen sehr unterschiedlich und betrug 30/70 bis 75/25. Ein Drittel der Baumarten bestand aus typischen Pionierbaumarten (Birke, Salweide, Vogelbeere). Hauptbaumarten (Fichte, vereinzelt Lärche, Kiefer, Buche, Eiche) dominierten.

Erfahrungen mit der Wiederbewaldung nach dem Orkan Kyrill

Die Kalamitäts- und Wiederbewaldungsflächen nach dem Orkan Kyrill im Jahr 2007 wurden erstmals 2011 mittels

Erfahrungen

eines Stichprobenverfahrens durch die Landesforstverwaltung systematisch untersucht. 2012 und 2015 fanden Wiederholungsinventuren statt. Darüber hinaus erfolgten Einzeluntersuchungen wissenschaftlicher Einrichtungen.

Die Schadfläche betrug in Nordrhein-Westfalen ca. 50.000 ha mit ca. 16 Mio. Festmetern Schadholz. Besonders betroffen waren die Regionen Sauerland, Siegerland und Bergisches Land.

Die bei der Zustandserfassung der Kyrillflächen im Hauptschadensgebiet (in den o. g. Schwerpunktregionen) erfasste Schadfläche betrug rund 31.100 ha. Sie verteilte sich auf etwa 15.500 Einzelflächen. Die durchschnittliche Schadflächengröße betrug 2,0 ha. 45 % der Schadflächen waren kleiner als 5 ha und 11 % der Schadflächen wiesen eine Fläche von jeweils mehr als 50 ha auf.

Die erste Wiederholungsinventur der Schadflächen im Sommer 2012 zeigte, dass 2 % der Waldfläche in landwirtschaftliche Fläche und 6 % in Weihnachtsbaumkulturen umgewandelt wurden.

Bei der Erhebung im Jahr 2015 (ohne die o. g. umgewandelten Flächen) konnte auf 98 % der Fläche Naturverjüngung festgestellt werden, wobei auf 27 % dieser Fläche nur Naturverjüngung und auf 73 % der Fläche zusätzlich aktive Wiederaufforstung durchgeführt wurde.

Die Erhebungen zeigen, dass das Naturverjüngungspotenzial auf Sturmflächen grundsätzlich groß ist. Die Naturverjüngung ist abhängig von den verjüngungsökologischen Rahmenbedingungen. Hierbei nimmt der Einfluss des Wildes eine Schlüsselrolle ein. Generell überwiegen bei der Naturverjüngung die Baumarten, die vor dem Sturm dominierten – in den höheren Lagen häufig die

Fichte – sowie Pioniergehölze wie Birken, Weiden, Vogelbeere und Kiefer. Welche Baumart in der Endvegetation vertreten sein wird, entscheidet sich maßgeblich bereits zu Beginn der natürlichen Wiederbewaldung, da Konkurrenzverhältnisse die Ansammlungs- und Entwicklungsmöglichkeiten nach erfolgter Besiedlung erschweren. Die Naturverjüngung stellt sich nicht bevorzugt dort ein, wo sie noch fehlt, sondern eher an den Stellen, wo bereits Naturverjüngung vorhanden ist. Je nach Bewirtschaftungsziel kann dies erwünscht (Strukturreichtum durch kleinflächig verjüngte und nicht verjüngte Bereiche), oder aber auch unerwünscht sein, wenn fehlende Naturverjüngung zu Produktionsausfällen führt.

Bei spärlicher Verjüngung (fehlende Samenbäume oder starke Konkurrenzvegetation) wurden häufig gezielt gewünschte Baumarten kleinflächig gepflanzt. So wurden auf großen Sturmwurfflächen beispielsweise punktuelle Pflanzungen (Kleinbestandsparzellen, Trupp-Pflanzungen) standörtlich geeigneter Laubbaumarten wie etwa Eichen durchgeführt.

Naturverjüngung und Wiederaufforstung haben auf den Flächen zu einer deutlichen Veränderung der Baumartenanteile geführt (siehe nebenstehende Tabelle).

Hierbei ist zu beachten, dass dies die Baumartenzusammensetzung in einem sehr frühen Stadium der Waldentwicklung darstellt, und, dass sich diese durch Wildeinfluss, die standörtlichen Gegebenheiten sowie das Konkurrenzverhalten unter den Baumarten bis zur Ausgestaltung der zukünftigen Waldbestände noch stark verändern kann.

Modernes, adaptives Waldmanagement nutzt die Vorteile der natürlichen Störungsdynamik. Voraussetzung dieser waldbaulichen Strategie ist es, dass eine natürliche Verjüngung überhaupt stattfindet und sich auch entwickeln kann. Ein zielorientiertes Vorgehen ist nur dann möglich, wenn neben anderen verjüngungsökologischen Einflussfaktoren der vorhandene Wilddruck dies zulässt.

Bezogen auf das Hauptschadensgebiet waren 85 % der Flächen ohne Wildschutz, 10 % wurden mit Einzelschutz und 5 % mit Gatter vor Wildschäden geschützt. Auf den nicht geschützten Flächen waren 48 % der Flächen ohne Leittriebverbiss, auf 50 % der Fläche waren bis zu 50 % der Pflanzen vom Leittriebverbiss betroffen und auf 2 % der Fläche wiesen mehr als 50 % der Pflanzen Leittriebverbiss auf.

Natürliche Wiederbewaldung (Vorwald- und Pionierbaumarten Birke und Lärche, Fichte, vereinzelt Eiche und Buche) nach Kyrill auf ca. 20 ha großer Kahlfäche



Baumarten- gruppe	Anteil vor Kyrill [%]	Anteil nach Kyrill [%]		
		2011	2012	2015
Eiche	1 %	4 %	4 %	3 %
Buche	4 %	14 %	13 %	11 %
ALH	1 %	5 %	6 %	5 %
ALN	1 %	21 %	21 %	27 %
Pappel	0 %	0 %	0 %	1 %
Kiefer	2 %	1 %	1 %	1 %
Lärche	1 %	3 %	3 %	4 %
Fichte	89 %	43 %	43 %	38 %
Douglasie	1 %	9 %	9 %	10 %
Laubholz	7 %	44 %	44 %	47 %
Nadelholz	93 %	56 %	56 %	53 %

Veränderung der Baumartengruppenanteile nach Kyrill (Stichprobeninventur im Hauptschadensgebiet, ALH = Anderes Laubholz mit hoher Umtriebszeit (z. B. Bergahorn, Vogelkirsche etc.), ALN = Anderes Laubholz mit niedriger Umtriebszeit (z. B. Birke, Aspe etc.), Quelle: LB WH NRW, unveröffentlicht).

Durch ausgeprägte Wildschäden wird die erfolgreiche Begründung und Entwicklung klimastabiler Mischwälder mit einer größeren Anzahl standortgerechter Baumarten stark gestört. Die Folgen sind eine Abnahme der Biodiversität, die Beeinträchtigung von Qualität und Quantität der Verjüngung, die Störung der Wuchsdynamik und schlussendlich nicht standortgerechte Folgewälder.

Zusätzlich zur Schadensbewältigung sollte auch in die Schadensvorbeugung bzw. Prävention investiert werden.

Dies beinhaltet die Überführung der risikobehafteten Wälder im Zuge der Vorausverjüngung. Ziel muss es sein, die Ursachen der heutigen Schadbilder zu beseitigen und deren Folgewirkungen zu mindern. Die angestrebte Förderung der Anpassungsfähigkeit des Waldökosystems im Klimawandel wird kaum verändert, wenn waldbauliche Strategien nicht angepasst werden und im Selektionsprozess trockenstresstolerante Arten oder Individuen frühzeitig von Schalenwildarten geschädigt werden.

Schlussfolgerungen zur Wiederbewaldung über Naturverjüngung für die forstliche Praxis

Nährstoffreichere Standorte:

- Geringere Beeinträchtigung, Überlagerung oder Verdrängung der walddtypischen Vegetation
- Höhere Wahrscheinlichkeit für das Entstehen starker Konkurrenzvegetation
- Schnelleres Voranschreiten der Wiederbewaldung in Richtung der standorttypischen Ausgangsgesellschaft
- Wahrscheinlicheres Abpuffern von Störungen durch Wilddruck
- Störungsflächengröße ist weniger wichtig

Nährstoffärmere Standorte:

- Langsamere Wiederbewaldung
- Frühzeitigeres Stören oder Verhindern der natürlichen Waldentwicklung in Richtung standortangepasster Baumartenkombinationen durch Entmischung und Wachstumsstörung aufgrund von Wilddruck
- Schlusswaldferne Übergangsstadien (Vorwald; Pioniervegetation) spielen eine größere Rolle
- Wahrscheinlichkeit der Fichten-Dominanz auch in der nachfolgenden Generation ist größer
- Störungsflächengröße wird bedeutsamer
- Geringere Wahrscheinlichkeit für das Entstehen starker Konkurrenzvegetation

2.3 GRUNDSÄTZE DER WIEDERBEWALDUNG

Waldfunktionen und Eigentümerziele

- Ziel der angestrebten umfassenden Wiederbewaldung von Kalamitätsflächen ist der Aufbau von standortgerechten und perspektivisch strukturierten Mischbeständen.
- Die Vitalität und Stabilität der Bestände sowie die Risikominimierung für den Waldbesitz im Klimawandel stehen bei der Wiederbewaldung im Vordergrund.
- Die neuen Waldstrukturen sollen auch zukünftig die vielfältigen ökologischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Funktionen der Wälder in NRW erfüllen.
- Ziele, betriebliche Schwerpunkte und Möglichkeiten der Waldeigentümerinnen und Waldeigentümer sowie der Forstbetriebe finden besondere Berücksichtigung; die Aspekte der Biodiversität und des Naturschutzes werden ebenfalls berücksichtigt.

Aktive Wiederbewaldung einer Kalamitätsfläche



Rahmenbedingungen

- Die forstrechtlichen Erfordernisse (Wiederaufforstungsverpflichtung) und die naturschutzrechtlichen Aspekte sind bei der Wiederbewaldung zu beachten.
- Bei der künstlichen Bestandesbegründung muss geeignetes, den Vorschriften des Forstvermehrungsgutgesetzes genügendes Saat- und Pflanzgut verwendet werden.
- Das Waldbaukonzept NRW stellt die fachliche Grundlage für die Wiederbewaldung dar, die durch das vorliegende Wiederbewaldungskonzept ergänzt wird; bei der Anwendung ist ein forstfachlicher Hintergrund oder eine entsprechende Beratung erforderlich.
- Aspekte des Bodenschutzes müssen beachtet werden, d. h. kein flächiges Befahren bei der Flächenvorbereitung und Vermeidung von Bodenerosion und Nährstoffexport.
- Die Verfügbarkeit von geeignetem forstlichen Vermehrungsgut, von Forstfachpersonal und von forstlichen Arbeitskräften kann örtlich eine Beschränkung darstellen.
- Angepasste Schalenwildbestände sind eine Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Wiederbewaldung.
- Die finanziellen Möglichkeiten des Forstbetriebes stellen den Rahmen für die Ausgestaltung der Wiederbewaldung dar; es bestehen finanzielle Fördermöglichkeiten im Rahmen der Förderrichtlinien.
- Die besonderen Funktionen von Wäldern im urbanen Bereich (z. B. Erholung) werden im Hinblick auf die gesellschaftliche Akzeptanz berücksichtigt.
- Die Instrumente für die Waldbewirtschaftung im Klimawandel (Waldbaukonzept, Internetportal Waldinfo.NRW etc.) sowie aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse und Empfehlungen unterstützen den Waldbesitz bei der Entscheidungsfindung zur Wiederbewaldung.

Auswahl des zukünftigen Waldbestandes

- Die standörtlichen Möglichkeiten (Wärme, Wasserhaushalt, Nährstoffversorgung), die Anbauwürdigkeit der Baumarten sowie die – wo zutreffend – rechtlichen und fördertechnischen Vorgaben bilden die waldbauliche Entscheidungsgrundlage.
- Die Verwendung von Baumarten im standörtlichen/klimatischen Grenzbereich wird angesichts des Risikos der Standortdrift im Klimawandel nicht empfohlen.
- Bei der Baumartenwahl stehen die in Nordrhein-Westfalen heimischen Baumarten im Vordergrund, aber ausgewählte, wissenschaftlich besonders abgesicherte eingeführte Baumarten werden angemessen integriert; auch die Wahl geeigneter Herkünfte unter Berücksichtigung des Klimawandels ist von Bedeutung.
- Die Kombination von möglichst vier standortgerechten Baumarten auf der Fläche mit einem Mindestanteil von 10 % je Baumart an der Grundfläche des Bestandes wird empfohlen; als Grundlage dienen die Waldentwicklungstypen des Waldbaukonzeptes NRW.

Praktische Umsetzung der Wiederbewaldung

- Die Umsetzung der aktiven Wiederbewaldung kann unterschiedliche Intensitätsstufen (z. B. 70 % oder auch nur 20 % der Bestandesfläche) beinhalten und soll nach räumlichen, zeitlichen und betrieblichen Prioritäten erfolgen, insbesondere wenn ggf. ein künstlicher Vorwald erzeugt werden soll.
- Eine Kombination von standortgerechter Naturverjüngung und gezielter Pflanzung weiterer Wirtschaftsbaumarten wird empfohlen; eine intensive Pflanzung bei starker Konkurrenzvegetation oder eine reine standortgerechte Naturverjüngung sind ebenfalls möglich.
- Die Wiederbewaldung größerer Kalamitätsflächen (ab 2 ha) hat Vorrang vor der waldbaulichen Ausbesserung von Kleinflächen.
- Standortgerechte Naturverjüngung hat Vorrang, wenn der Vorbestand standortgerecht bzw. dessen Vitalität und Qualität auf dem Standort zufriedenstellend war und die Baumarten den Zielsetzungen des Forstbetriebes entsprechen.
- Vorhandene Pionierbaumarten sollten als Vorwald, zur Verbreiterung der Baumartenpalette und zur temporären Qualitätssicherung der gepflanzten Zielbaumarten einbezogen werden.
- Flächige, nicht standortgerechte Naturverjüngung der Fichte kann anteilig als Vorwald oder als zeitlich begrenzte Mischung mit niedriger Produktionszeit genutzt werden (max. 20 % des Bestandes); auf Pflanzflächen oder an sensiblen Standorten, beispielsweise entlang von Gewässern, ist ggf. eine motormanuelle Reduktion erforderlich.
- Besonders leistungsfähige Standorte eignen sich als Vorrangflächen für eine gezielte Pflanzung von Wirtschaftsbaumarten, während sich Grenzertragsstandorte verstärkt für eine natürliche Sukzession anbieten.
- Vitale Altholzreste bzw. Überhälter bieten eine Basis für einen Voranbau unter Schirm und ggf. standortgerechte Naturverjüngung; sie dienen auch der Artenvielfalt und der Habitatkontinuität.
- Auf großen Freiflächen ohne Vorwald sollten keine Kulturen ausgeprägter Schattenbaumarten (z. B. Buche, Weißtanne) begründet werden.
- Bei verstärkt zu erwartender Konkurrenzvegetation (Reitgras, Adlerfarn, Brombeere, Ginster, Brennesel, Spätblühende Traubenkirsche etc.) besteht ein eingeschränkter Zeitkorridor für eine Kulturbegründung; hier ist ggf. eine aktive Pflanzung innerhalb weniger Jahre nach dem Schadereignis erforderlich.
- Aufgrund des erhöhten Risikos von Frühjahrs- und Sommertrocknis und den damit verbundenen negativen Auswirkungen für die Kulturen (hohe Ausfallrate, erforderliche Nachbesserungen) wird zukünftig für Laubholzpflanzungen und Lärche verstärkt die Herbstpflanzung empfohlen; die Pflanzung von immergrünen Nadelbäumen kann auch im zeitigen Frühjahr erfolgen.
- Bei einem Risiko verstärkter Wildschäden ist örtlich eine intensive Bejagung sowie ggf. ein mechanischer Pflanzenschutz erforderlich (z. B. Kleingatter oder Draht-/Wuchshüllen); Weisergatter und Verbissgutachten geben einen Hinweis auf die Notwendigkeit und den Erfolg der Waldschutzmaßnahmen.

Stabilität und Biodiversität

- Die Vitalität und Leistungsfähigkeit der Waldböden sollen durch bodenschonende Arbeitsverfahren (kein flächiges Befahren, Einsatz bodenschonender Technik) erhalten werden; durch das verstärkte Einbringen von Laubbaumarten mit besser zersetzbarer Streu wird die Bodenqualität verbessert; Maßnahmen der Bodenschutzkalkung sollen der Bodenversauerung entgegenwirken.
- Standortgerechte und perspektivisch strukturierte Mischbestände sind im Klimawandel stabiler und resilienter; sie führen zu einer deutlichen Erhöhung der Artenvielfalt (Biodiversität).
- Die Anlage von Waldrändern unter Verwendung heimischer Baum- und Straucharten trägt zur Stabilisierung der Bestände und zur Erhöhung der Artenvielfalt bei, insbesondere auch zum Insektenschutz; dies trifft auch bereits auf schmale Waldränder zu; in jedem Fall sollten Waldrandstreifen zumindest von der regulären Bepflanzung ausgespart werden.
- Zur Stabilisierung der Wälder und zur Erhöhung der Artenvielfalt sollen auch verstärkt seltene heimische Mischbaumarten bei der Bestandesbegründung eingebracht werden (z. B. Wildobst); hierfür bietet sich vor allem auch die Waldrandgestaltung an.
- Die strukturelle Vielfalt von Kalamitätsflächen begünstigt zeitweise den Erhalt wärmeliebender Pflanzen- und Tierarten; der Erhalt lichter, ggf. auch kleinerer unbestockter Flächen im Wald ist dabei von Vorteil.

Wirtschaftlichkeit und Holzrohstoff

- Die Wiederbewaldung der Kalamitätsflächen steht im Kontext der langfristigen wirtschaftlichen Gesamtsituation der Forstbetriebe im Zusammenhang mit Marktentwicklungen; dies betrifft die Aufwände für die Bestandesbegründung und -pflege, die Liquidität der Forstbetriebe und den langfristigen Beitrag zu einem positiven Betriebsergebnis sowie die Risikominimierung gegenüber Schadereignissen und Auswirkungen des Klimawandels.
- Nadelholzanteile dienen auch der zeitnahen Erzeugung von Vornutzungserträgen; die Beimischung von Schattbaumarten dient der Bestandessicherheit durch die Strukturierung der Bestände sowie der Schaftpflege von Wertholzanteilen des stärkeren Stammholzes.
- Die Wiederbewaldung soll auch zukünftig einen Beitrag zur Bereitstellung des Rohstoffs Holz für die heimische Holzwirtschaft leisten, die Stärkung des Clusters der Forst- und Holzwirtschaft unterstützen sowie die Holzverwendung befördern.
- Wiederbewaldung und nachhaltige Holznutzung leisten einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz (CO₂-Senkenfunktion des Waldes, CO₂-Speicherung im genutzten Holz und Substitution fossiler Rohstoffe durch Holz).

Mischung verschiedener Baumarten und Altersstufen



3 RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN

Wiederaufforstungsverpflichtung

Das Landesforstgesetz verpflichtet auf der Grundlage des Bundeswaldgesetzes die Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer, Kahlf Flächen innerhalb von zwei Jahren wieder aufzuforsten (§ 11 Abs. 1 BWaldG i. V. m. § 44 LFoG). Die Wiederaufforstung kann durch Pflanzung oder mit Zulassung der Forstbehörde auch durch Naturverjüngung erfolgen.

Diese dem Nachhaltigkeitsgedanken, sowie der Sicherung der Waldfunktionen geschuldete gesetzliche Verpflichtung entspricht den Anforderungen an die Walderhaltung und ist Ausdruck der staatlichen Verantwortung für die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen.

Die gesetzliche Verpflichtung zur Wiederaufforstung wird von den Forstbehörden unter Einbeziehung aktueller Rahmenbedingungen umgesetzt. Sind in Folge von Extremwetterereignissen großflächige Kalamitäten entstanden, berücksichtigen die Forstbehörden im Rahmen ihrer pflichtgemäßen Ermessensausübung die schwierige betriebliche Situation des von der Kalamität betroffenen Waldbesitzes. Dies führt im Regelfall dazu, dass den Waldbesitzerinnen und Waldbesitzern mehr Zeit zur Wiederaufforstung eingeräumt wird und behördliche Anordnungen zunächst unterbleiben.

Dies trägt auch dazu bei, das im Waldbaukonzept NRW definierte Waldbauziel der Naturverjüngung gewünschter Baumarten umzusetzen. In der praktischen Umsetzung erfolgt die in § 44 Absatz 1 Satz 2 LFoG vorgesehene forstbehördliche Zulassung der Naturverjüngung derzeit im Rahmen der Bewilligung von Zuwendungen zur Wiederaufforstung nach Nr. 2.4.3 i. V. m. Nr. 4.6 der Förderrichtlinie Extremwetterfolgen.

Naturschutzrechtliche Aspekte

Die heimischen Laubwälder gehören zu den besonders naturnahen Ökosystemen unserer Kulturlandschaft. Wälder aus standort- bzw. gebietsheimischen Baumarten bieten vielen heimischen Arten einen Lebensraum und weisen eine hohe genetische Vielfalt auf. Dies macht sie ökologisch stabiler und auch im Klimawandel widerstands- und anpassungsfähiger. Da die forstliche Bewirtschaftung die Waldökosysteme stark beeinflusst, trägt die Forstwirtschaft eine große Verantwortung für den Erhalt der Biodiversität.

Neben dem Forstrecht enthält auch das Naturschutzrecht Vorgaben zum Schutz des Waldes, die bei der Wiederaufforstung von Kalamitätsflächen zu berücksichtigen sind. Für eine sichere Planung und Durchführung von Wiederbewaldungsmaßnahmen ist es ratsam, eine Beratung durch die Regionalforstämter des Landesbetriebes Wald und Holz NRW sowie durch die unteren Naturschutzbehörden in Anspruch zu nehmen.

Für die Wiederbewaldung relevante naturschutzfachliche Zielsetzungen können sich aus der örtlichen Landschaftsplanung ergeben, die auch die Waldbereiche umfasst. Neben der Festsetzung für die forstliche Nutzung von Schutzgebieten enthält der Landschaftsplan eine Darstellung der Entwicklungsziele für die Landschaft (§ 10 LNatSchG), Aussagen zu Bestandteilen des Biotopverbundes sowie Entwicklungs-, Pflege- und Erschließungsmaßnahmen (§ 13 LNatSchG), insbesondere zur Förderung der Biodiversität.

Anforderungen an die Art und Weise der Wiederaufforstung können sich insbesondere aus den Bestimmungen zum Gebietsschutz ergeben, in erster Linie in den ausgewiesenen Landschaftsschutzgebieten (LSG) gemäß § 26 Bundesnaturschutzgesetz und Naturschutzgebieten (NSG) gemäß § 23 Bundesnaturschutzgesetz. Die Anforderungen sind in den entsprechenden Landschaftsplänen und Verordnungen zu finden. Zu diesen Gebieten zählen auch die europäischen Schutzgebiete im Rahmen des Schutzgebietssystems Natura 2000 (FFH- und Vogelschutzgebiete). So ist in FFH-Gebieten in diesem Zusammenhang grundsätzlich auf die Anpflanzung nicht gebietsheimischer Gehölze zu verzichten. Der Schutzausweisung sind bestimmte Schutzzwecke zu entnehmen, außerdem konkretisierende Ge- und Verbote, im Einzelfall auch Vorgaben zu Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen. So ist es in Vogelschutzgebieten verboten, Horst- und Höhlenbäume zu fällen.

Für die FFH-Gebiete sind zudem Maßnahmenkonzepte (MAKOs) zu erarbeiten, die konkretere Ziele und Maßnahmen für die Erhaltung und Entwicklung der Gebiete enthalten und für deren Umsetzung die Forst- und Naturschutzbehörden Sorge tragen.

Unter den Bereich des gesetzlichen Biotopschutzes fallen die nach § 30 Bundesnaturschutzgesetz bzw. § 42 Landesnaturschutzgesetz NRW gesetzlich geschützten Biotope. Im Wald betrifft dies vor allem Wälder auf Sonderstandorten, z. B. Bruch-, Sumpf-, Auen- und Moorwälder

oder eng mit dem Wald verzahnte Offenlandbiotop, wie z. B. Moore, naturnahe Gewässer, Quellen oder Heidebiotop. Maßnahmen, die zu Beeinträchtigungen führen können – etwa im Zuge der Räumung von Kalamitätsflächen – sind hier verboten.

Artenschutzrechtliche Verbote des § 44 Bundesnaturschutzgesetz gelten auch für forstliche Maßnahmen. Im Rahmen der Wiederbewaldung sind vor allem bei der Frage der Flächenräumung und den vorbereitenden Maßnahmen für Pflanzungen u. a. artenschutzrechtlich kritische Zeiträume wie Brut- und Setzzeiten zu berücksichtigen. Besonderes Augenmerk ist hierbei auf die streng geschützten Arten zu legen (vgl. Dienstanweisung zum Arten- und Habitatschutz, LB WH NRW, 2010).

Die Eingriffsregelung nach §§ 15 ff. BNatSchG verlangt die Vermeidung und Kompensation erheblicher Beeinträchtigungen durch Eingriffe in Natur und Landschaft. Maßnahmen zur Flächenräumung können im Einzelfall einen solchen Eingriff darstellen, der allerdings bei Wahrung der Anforderungen an die forstwirtschaftliche Bodennutzung nach § 5 BNatSchG von der Kompensationspflicht freigestellt sein kann.

Schließlich enthält das Naturschutzrecht allgemeine Zielvorgaben für forstliche Nutzungen in § 5 Abs. 3 BNatSchG. Danach ist bei der forstlichen Nutzung das Ziel zu verfolgen, naturnahe Wälder aufzubauen und diese ohne Kahlschläge zu bewirtschaften. Zudem ist ein hinreichender Anteil standortheimischer Forstpflanzen zu erhalten. § 4 Abs. 4 LNatSchG sieht außerdem vor, dass bei der forstlichen Nutzung das Ziel zu verfolgen ist, stehendes stark dimensioniertes Totholz im Wald zu belassen. Diese Ziele sind zwar keine zwingenden Vorgaben für die Waldbesitzenden, ihre Einhaltung bringt aber rechtliche Erleichterungen im Zusammenhang mit dem Artenschutzrecht und der Eingriffsregelung mit sich. Die fachlichen Zielsetzungen wurden zudem bei der Ausgestaltung von Fördermaßnahmen berücksichtigt.

Weitere Informationen:

- Allgemeine Informationen zu den fachlichen und rechtlichen Inhalten des Arten- und Biotopschutzes sowie des Gebietsschutzes finden sich auf den Internetseiten des Landesumweltamtes (LANUV) und des LB WH NRW:
<https://www.lanuv.nrw.de/natur>;
<https://www.wald-und-holz.nrw.de/naturschutz>.
- Landschaftspläne oder Schutzgebietsverordnungen: bei der unteren Naturschutzbehörde des zuständigen Kreises bzw. der kreisfreien Stadt.
- Informationen zu Schutzausweisungen (Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Natura 2000-Gebiete), gesetzlich geschützten Biotopen, FFH-Lebensraumtypen und zum Vorkommen geschützter Arten finden sich in der @LINFOS-Landschaftsinformationssammlung des LANUV:
<http://infos.api.naturschutzinformationen.nrw.de/atlinfos/de/atlinfos.extent> oder unter <https://www.waldinfo.nrw.de>.
- Informationen zu Schutzgütern und Managementplänen der Natura 2000-Gebiete:
<http://natura2000-meldedok.naturschutzinformationen.nrw.de/natura2000-meldedok/de/start>.
- Eine Liste streng geschützter Arten, bei denen sich der Erhaltungszustand der lokalen Population durch forstliche Maßnahmen verschlechtern kann, finden Sie im Anhang des Waldbaukonzepts NRW.

4 WALDSTANDORTE UND WALDBAU

4.1 WALDSTANDORTE ALS GRUNDLAGE FÜR DIE WIEDERBEWALDUNG

Der Begriff **Standort** beschreibt die Gesamtheit aller für das Wachstum der Bäume relevanten Umweltfaktoren:

- Die Entwicklungstiefe eines Bodens bestimmt mit der Flach- bzw. Tiefgründigkeit, wie viel Wurzelraum als Wasser- und Nährstoffreservoir zur Verfügung steht.
- Die Bodenart bestimmt durch das Gemenge aus Ton, Schluff und Sand zusammen mit dem Anteil an Steinen maßgeblich das Wasserspeichervermögen.
- Der Einfluss von Grund- und Stauwasser im Wurzelraum der Bäume kann, je nach Intensität und Oberflächennähe, die Durchwurzelung behindern oder ein zusätzliches Wasserangebot bereitstellen.
- Das Klima bestimmt die Anzahl der Tage im Jahr, an denen es für das Baumwachstum warm genug ist, und wie viel Wasser den Bäumen über die klimatische Wasserbilanz (Differenz zwischen Niederschlag und Verdunstung) in der Vegetationsperiode zur Verfügung steht.

Weitere Faktoren werden durch die Form der Geländeoberfläche beeinflusst:

- Exposition: An einem sonnigen Südhang ist es wärmer, die Vegetationszeit ist länger, aber der Wasserbedarf ist höher als am schattigen Nordhang.
- Relief: An einem steilen Hang kann Regenwasser schneller abfließen, es wird aber auch eher Bodenmaterial abgetragen; der Wurzelraum wird kleiner und trockener. Am Unterhang kann der Baum das Hangzugwasser oder in der Niederung das Grundwasser als weitere Wasserquelle nutzen.

Diese Aufzählung veranschaulicht die zentrale Bedeutung des Bodens und seiner Eigenschaften für einen gesunden Wald. Dabei sind die Waldböden und die daraus resultierenden forstlichen Standorte in NRW regional sehr unterschiedlich (Geologischer Dienst NRW, 2016):

- Im Bergland (Eifel, Bergisches Land, Sauerland, Siegerland, Teutoburger Wald und Ostwestfalen) prägen insbesondere das geologische Ausgangsgestein sowie das Relief die regionale Verteilung der Böden: nährstoffreich bei Kalkgesteinen, nährstoffarm bei Sandsteinen; flachgründig mit geringem Wasserspeichervermögen auf Kuppen, tiefgründiger am Unterhang;

mit hohen Steinanteilen oft sehr skelettreich und daher mit eingeschränktem Wurzelraum und Wasserangebot; Vernässung bei tonreichen Verwitterungsböden oder hohen Niederschlägen durch Stauwasser sowie in den Bach- und Flusstälern durch Grundwasser.

- In der Niederrheinischen Bucht und im Niederrheinischen Tiefland sind die Böden in der Regel sehr tiefgründig. Auf den meist sandigen und kiesigen Flussablagerungen sind die Böden teils auch oberflächennah von Grundwasser erfüllt. In vielen Fällen sind die Sande und Kiese von Löss überdeckt. Die fruchtbaren Lössböden zeichnen sich durch ein hohes Wasser- und Nährstoffspeichervermögen aus, werden allerdings meist landwirtschaftlich genutzt.
- Im Münsterland tritt eine bunte Mischung von Böden auf: trockene und nährstoffarme Sandböden aus Flugsand, staunasse Böden auf den eiszeitlichen Grundmoränen, nährstoffreiche Böden auf den verwitterten Gesteinen der Kreidezeit, Lössböden in der Soester Börde, von Grundwasser geprägte Böden entlang der Flüsse und in den Ebenen um Lippe und Ems.

Die **Bodenkartierungen** des Geologischen Dienstes NRW erfassen die komplexe Vielfalt der Böden im Gelände (https://www.gd.nrw.de/bo_dk.htm). Die erarbeiteten Bodenkarten werden digital ausgewertet und mit Klima- und Reliefdaten zu **forstlichen Standortkarten** verknüpft. Die Bodenkarten in den Maßstäben 1 : 5.000 (Verfügbarkeit s. Anhang 2) und 1 : 50.000 (flächendeckend für NRW) sowie die forstlichen Standortkarten 1 : 5.000 (Verfügbarkeit s. Anhang 2) und 1 : 50.000 (flächendeckend für NRW) sind über das Internet, insbesondere über das Internetportal Waldinfo.NRW, frei zugänglich (https://www.gd.nrw.de/pr_od.htm). Die forstlichen Standortkarten sind eine Grundlage für das Waldbaukonzept NRW. Auf Basis der Karten und der ausgewiesenen 72 **Standorttypen** kann eine Auswahl der geeigneten Waldentwicklungstypen erfolgen.

Wasserhaushalt

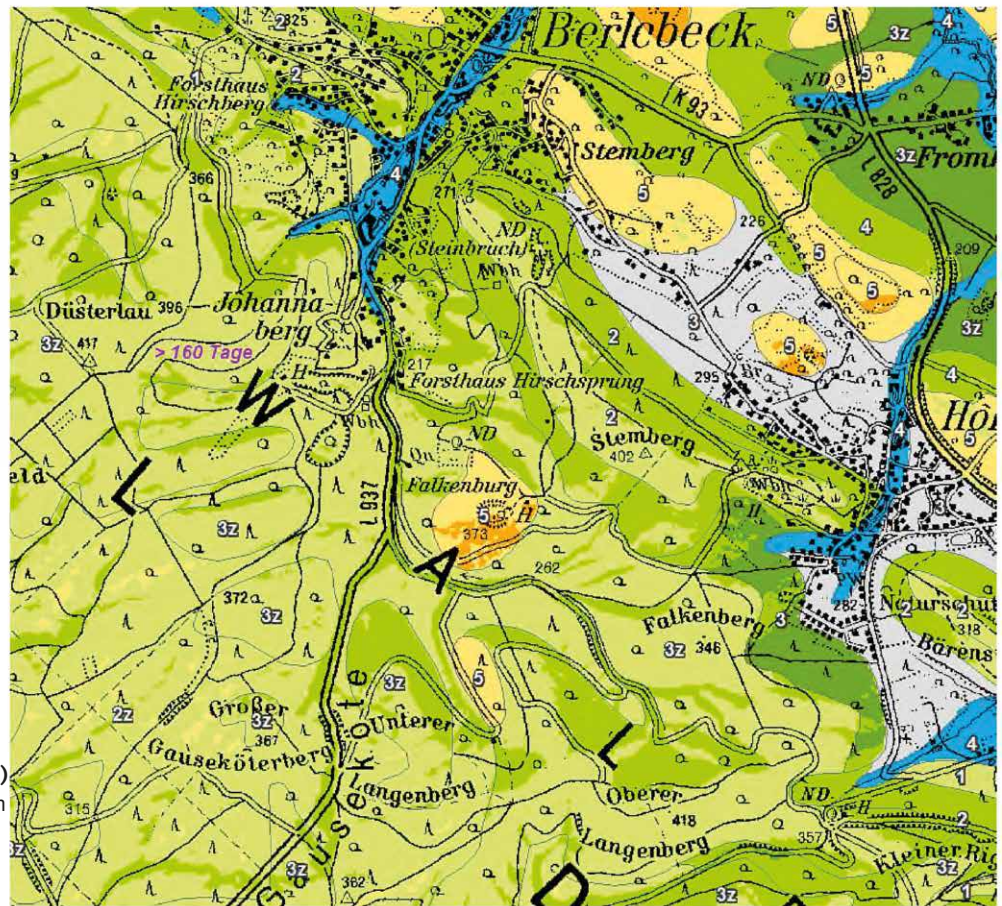
- sehr trocken
- trocken
- mäßig trocken
- mäßig frisch
- frisch
- sehr frisch
- wechselfrisch
- mäßig wechselfeucht
- wechselfeucht
- staunass
- grundfrisch
- grundfeucht
- feucht
- nass

Nährstoffhaushalt

- 1 sehr nährstoffarm
- 2 nährstoffarm
- 3 mäßig nährstoffhaltig
- 4 nährstoffreich
- 5 sehr nährstoffreich
- 6 sehr nährstoffreich, kalkdominiert
- B oben (sehr) nährstoffreich, unten sehr nährstoffarm
- Z oben (sehr) nährstoffarm, unten sehr nährstoffreich

Wärmehaushalt (Vegetationszeit)

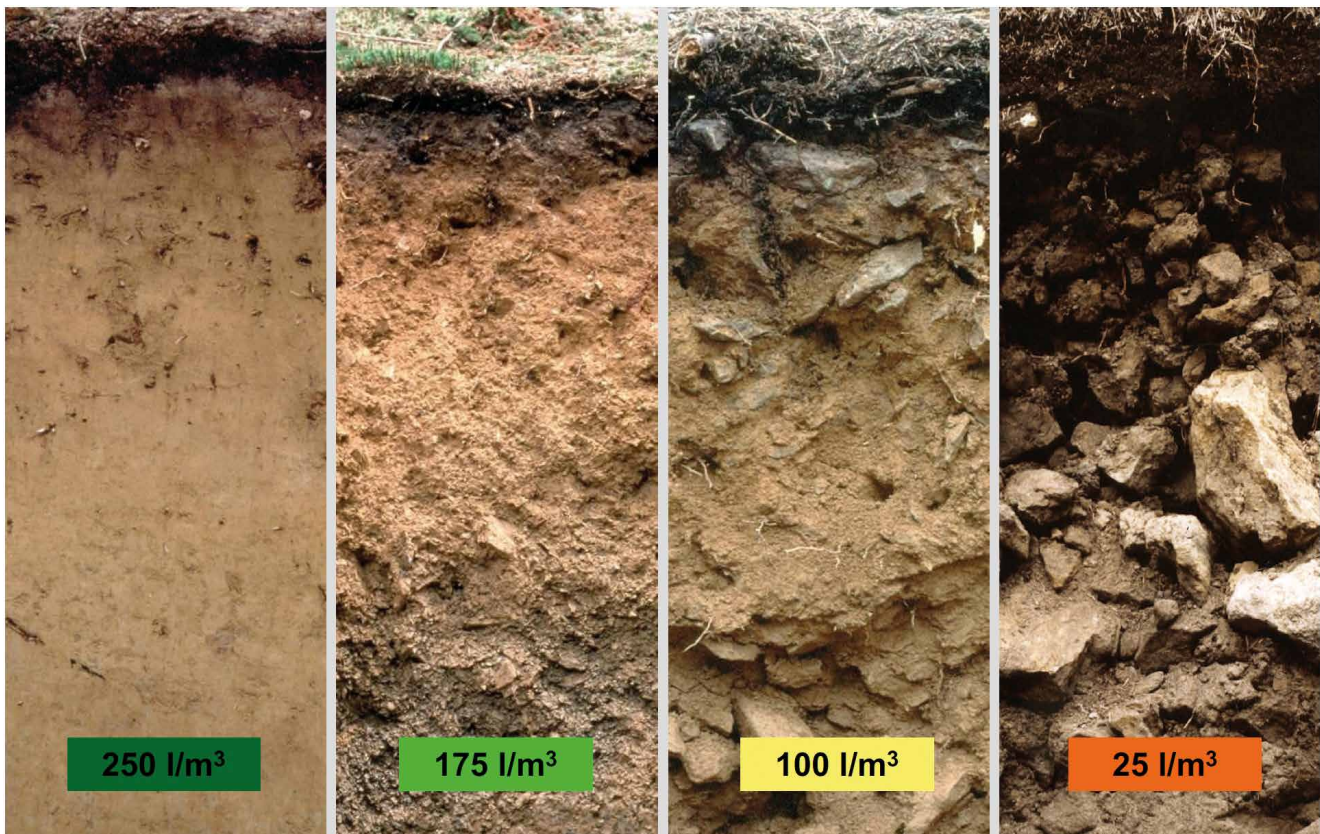
- < 130 Tage ~ obermontan/montan
- 130-144 Tage ~ submontan
- 145-160 Tage ~ kollin
- > 160 Tage ~ planar



Forstliche Standortkarte auf Basis der Bodenkarte 1 : 50.000 aus dem Gebiet Berlebeck bei Detmold (Quelle: GD NRW).

Die Klimaverhältnisse verändern sich derzeit in ungeahntem Ausmaß. Modellrechnungen liefern Projektionen der Verhältnisse bis zum Jahr 2100. Um sich auf diese Szenarien einzustellen, werden die vorhandenen forstlichen Standortkarten mit entsprechenden Projektionsdaten nach den aktuellen Szenarien RCP 4.5 und RCP 8.5 (s. methodische Anmerkungen auf Seite 31) berechnet. Schon die ersten, vorläufigen Ergebnisse zeigen eine deutlich verlängerte Vegetationsperiode und eine teils deutlich reduzierte klimatische Wasserbilanz. Das führt an vielen Stellen zu einer ausgeprägten **Standortdrift** hin zu trockeneren Verhältnissen. Die Auswirkungen auf die Baumarteneignung sind dabei sehr unterschiedlich. Bei Standorten, die bisher als „sehr frisch“ eingestuft wurden und in Zukunft nur noch „frisch“ sind, sind die Auswirkungen nur gering. Eine stärkere Veränderung, z.B. von „mäßig frisch“ zu „mäßig trocken“, würde aber gravierende Konsequenzen für die Auswahl standortgerechter Baumarten bedeuten.

Aus der Einstufung des Wasserhaushalts der Standorte lässt sich ableiten, dass mit abnehmender Gesamtwasserhaushaltsstufe auch die **Dürre-Empfindlichkeit der Standorte** zunimmt. Schon mäßig frische Standorte und umso mehr mäßig trockene Standorte sind stark witterungsabhängig, da im Sommer ein regelmäßiger Zuschuss an Wasser aus Niederschlägen für den Bestand notwendig ist. Wenn dieser fehlt – wie 2018 bis 2020 – ist auch zukünftig mit erheblichen Waldschäden durch Trockenis zu rechnen. Bäume auf einem frischen Standort können dagegen längere trocken-warme Sommerperioden ohne ernsthafte Schäden überstehen. Eine Standortbewertung unter Berücksichtigung der bodenkundlichen Faktoren, der aktuellen Klimadaten sowie einer Einstufung nach verschiedenen Szenarien zur Klimaentwicklung lässt eine Einschätzung zur Klimasensibilität von Flächen zu.



Typische Braunerden mit unterschiedlichen Steinanteilen und Wasserspeichervermögen (Quelle: GD NRW, 2016).

Geländekartierungen und Untersuchungen zu Waldböden liefern wichtige Grundlageninformationen für die Waldbewirtschaftung.



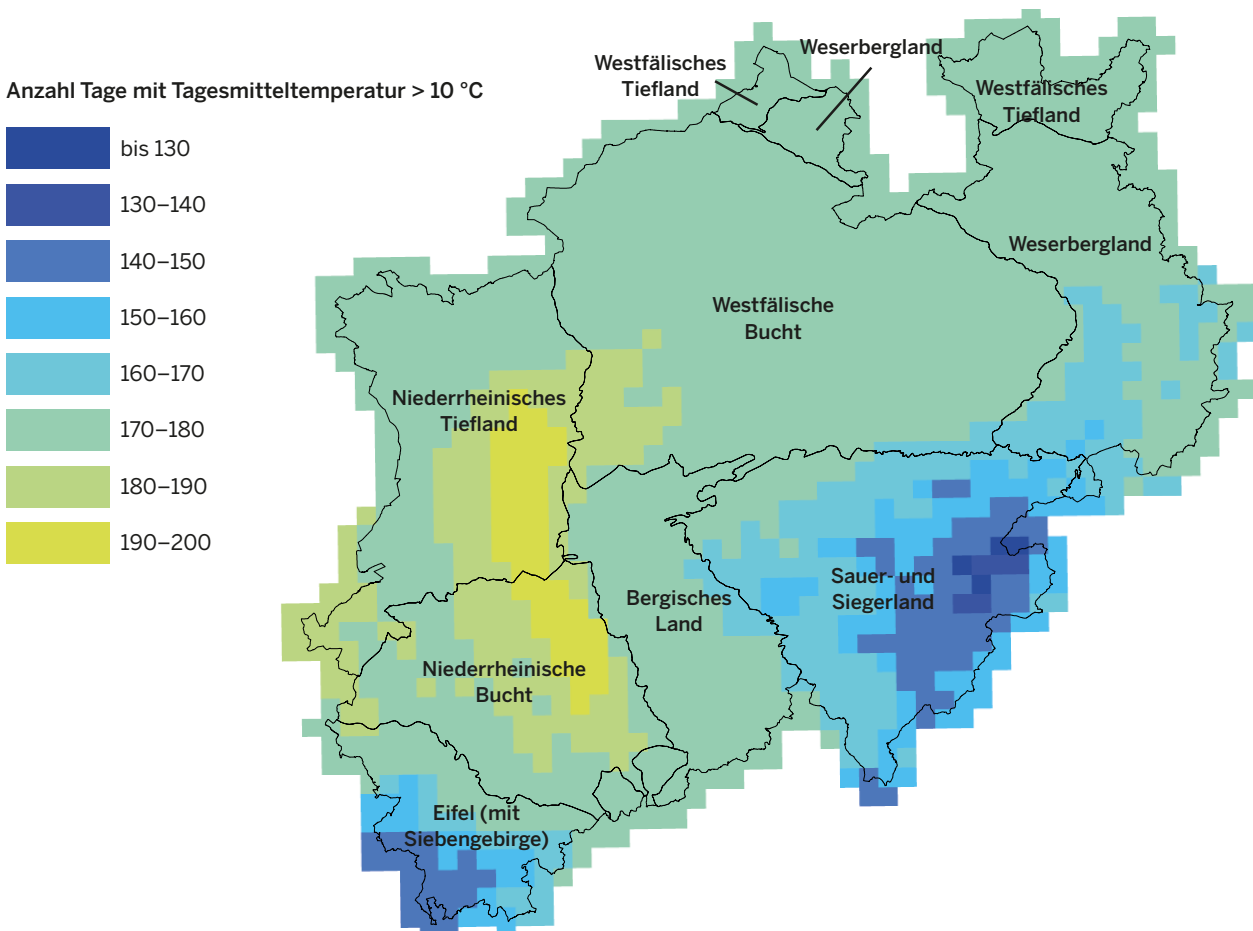
4.2 KLIMA UND KLIMAWANDEL ALS LANGFRISTIGE RAHMENBEDINGUNGEN

Allgemeiner Klimazustand in der aktuellen Klimanormalperiode 1981–2010

Betrachtet man die aktuelle **Klimanormalperiode** (KNP = 30-Jahreszeitraum) von 1981 bis 2010, so herrscht in NRW eine **Jahresmitteltemperatur** von 9,6 °C. Die höchsten Mitteltemperaturen von mehr als 10 °C treten in den Niederungen entlang des Rheintals im Niederrheinischen Tiefland sowie der Niederrheinischen Bucht auf. Entsprechend kühler stellen sich die Mittelgebirge dar. Flächendeckend liegen die Werte im Sieger- und Sauerland sowie in der Eifel unter 9 °C und können kleinräumig in den Höhenlagen auf bis zu 6 °C sinken.

Die mittlere **Jahresniederschlagssumme** für NRW beträgt im Zeitraum zwischen 1981 und 2010 918 mm. Hierbei wurden die höchsten Jahresniederschlagssummen von über 1.400 mm in den Höhen- und Staulagen des Bergischen Landes sowie des Sauer- und Siegerlandes erreicht. Die niedrigsten Niederschlagssummen zwischen 500 und 800 mm traten hingegen in Bereichen des Niederrheinischen Tieflandes und der Niederrheinischen Bucht auf.

Die meteorologischen Bedingungen haben große Auswirkungen auf die Wuchsbedingungen des Waldes. Die Lufttemperatur ist dabei der ausschlaggebende Faktor, der den Zeitraum bestimmt, in welchem Waldwachstum stattfinden kann. Die Karte der **tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit** gibt die Dauer der Wachstumsperiode an. Definiert wird die Wachstumsperiode hier als Anzahl der Tage, deren mittlere Lufttemperatur über 10 °C liegt (Gauer und Kroiher 2012). Dies wird auch als tatsächliche forstliche Vegetationszeit bezeichnet. Diese wurde aus Tageswerten des HYRAS-Datensatzes des Deutschen Wetterdienstes (DWD) (Frick et al., 2014; DWD 2020) angelehnt an die Methode von Hübener et al. (2017) berechnet. Dazu wurden die für 1981–2010 gemittelten Tageswerte, vom ersten Auftreten von sechs aufeinanderfolgenden Tagen über 10 °C bis zum letzten Auftreten von sechs aufeinanderfolgenden Tagen mit derselben Grenztemperatur (nach dem 1. Juni) gezählt.

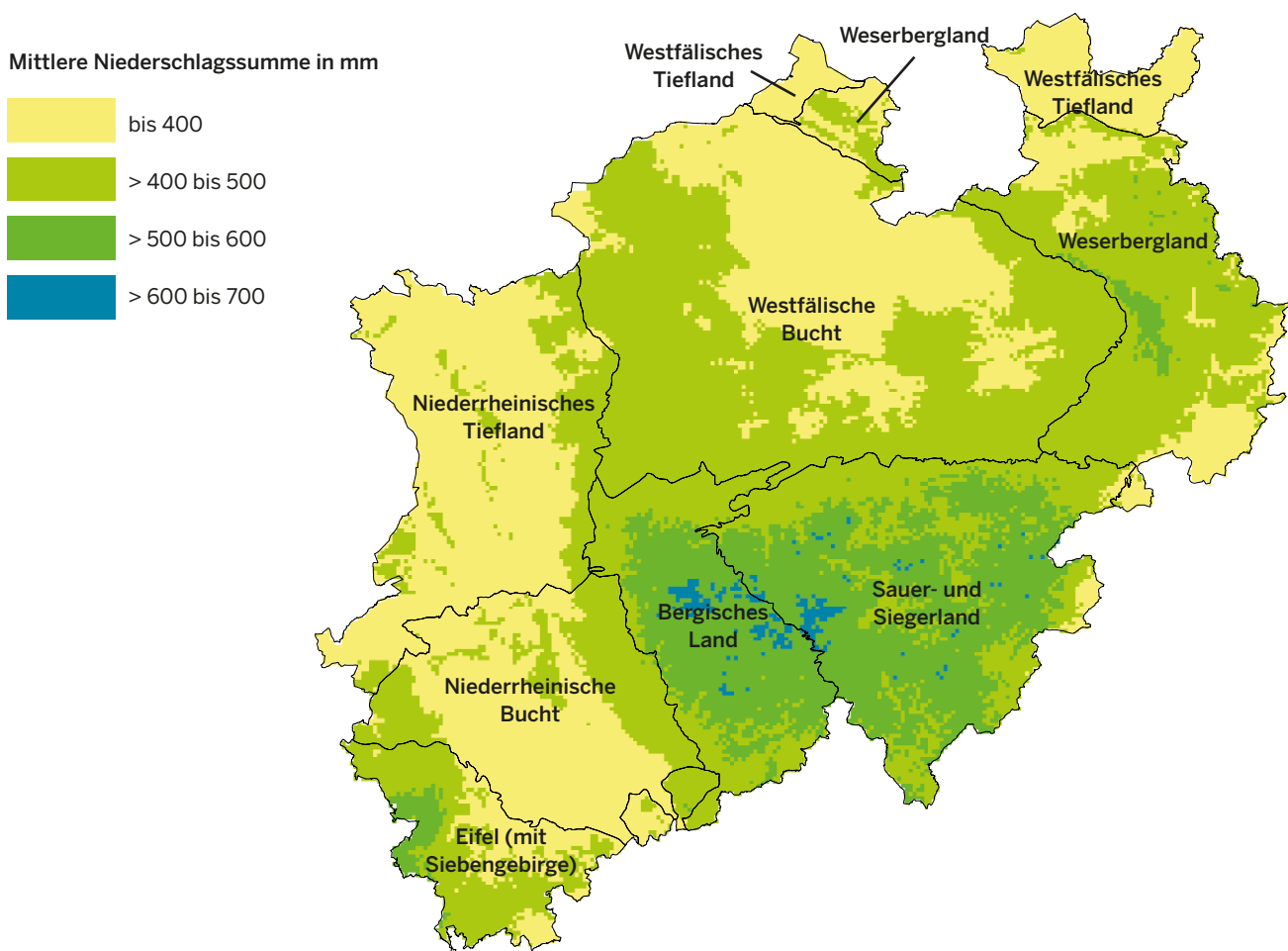


Mittlere Länge der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit (Anzahl Tage mit Tagesmitteltemperatur > 10 °C) im Zeitraum 1981–2010 (Quelle: LANUV NRW; Daten des DWD).

Bereiche mit den höchsten Werten und somit einer langen Vegetationsphase von über 190 Tagen treten hauptsächlich entlang des Rheins (Niederrheinisches Tiefland und Niederrheinische Bucht) auf. Werte von über 170 bis 180 Tagen sind mit Abstand am weitesten verbreitet und vor allem in Gebieten mit überwiegend landwirtschaftlicher Nutzung anzutreffen. Die klassischen Waldbaugebiete in den Mittelgebirgen der Eifel und des Sieger- und Sauerlandes weisen eine tatsächliche forstliche Vegetationszeit von etwa 130 bis 170 Tagen auf. Für den Zeitraum 1981–2000 ergibt sich in NRW im Mittel als Beginn der 116. Tag

im Jahr (23. April) und als Ende der 287. Tag im Jahr (13. Oktober) für die tatsächliche forstliche Vegetationszeit. Zum Vergleich: 1951–1980 stehen der 5. Mai und 10. Oktober für Beginn und Ende der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit im Mittel in NRW.

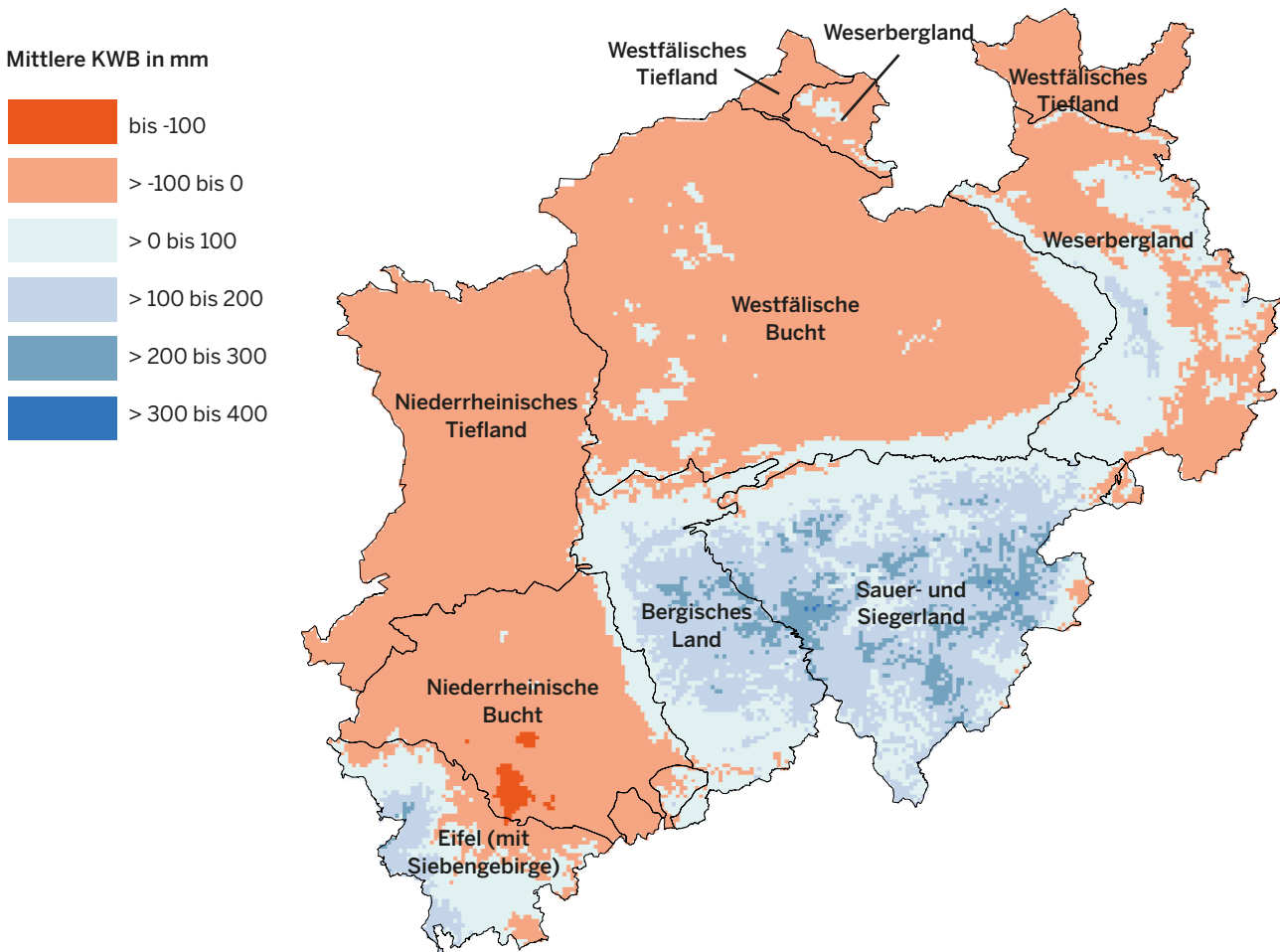
Darüber hinaus hat die **Wasserversorgung während der Vegetationszeit** neben weiteren Faktoren, wie zum Beispiel der Nährstoffversorgung, einen entscheidenden Einfluss auf das Waldwachstum.



Mittlere Niederschlagssumme in der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit (23.04.-13.10.) im Zeitraum 1981–2010 (Quelle: LANUV NRW; Daten des DWD).

Hierbei zeigt sich eine ähnliche räumliche Verteilung wie beim Jahresniederschlag, nur auf einem deutlich geringeren Niveau. Insgesamt reicht die Niederschlagssumme in der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit von unter 400 mm in weiten Teilen der tiefer gelegenen und somit niederschlagsärmeren Großlandschaften bis zu über 600 mm in kleinen Arealen des regenreichen Bergischen Landes sowie des Sauer- und Siegerlandes, wo Waldflächen dominieren.

Ein einfaches Maß, welches die Wasserversorgung widerspiegelt, ist die Klimatische Wasserbilanz. Sie stellt die Differenz zwischen der Niederschlagssumme und der Verdunstung dar. Betrachtet wird die **mittlere Klimatische Wasserbilanz in der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit**.



Mittlere Klimatische Wasserbilanz in der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit (23.04.-13.10.) im Zeitraum 1981–2010 (Quelle: LANUV NRW, unveröffentlicht; Daten des DWD).

In den wärmebegünstigten und niederschlagsarmen Bereichen der Westfälischen Bucht, des Niederrheinischen Tieflands und der Niederrheinischen Bucht kann die Klimatische Wasserbilanz während der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit durchaus leicht negativ werden. In den anderen Großlandschaften zeigt die Klimatische Wasserbilanz hingegen weitestgehend positive Werte. So

kann davon ausgegangen werden, dass das Waldwachstum vor allem in den höheren Lagen im Mittel nicht durch eine unzureichende Wasserversorgung limitiert wird. In den wärmeren und tieferen Lagen kann dies nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Dies ist insbesondere der Fall bei einzelnen Witterungsepisoden, in welchen in den tieferen Lagen Trockenstress auftreten kann.

Ausgewählte Klimaszenarien für die forstliche Standortkarte

Methodische Anmerkungen:

Für die zukünftig möglichen Standortbedingungen im Zeitraum 2071–2100 liefern die verfügbaren Klimaprojektionen (Brienen et al. 2020) eine weite Bandbreite an möglichen Werten für Temperatur, Niederschlag und weitere Klimagrößen. Die aktuell vom DWD genutzten Klimaprojektionen basieren auf drei verschiedenen Szenarien, die beschreiben, wie sich die Treibhausgaskonzentrationen und somit das Klima zukünftig entwickeln könnten: Dem sogenannten „Klimaschutzszenario“ (RCP2.6), dem sogenannten „moderaten Szenario“ (RCP4.5) mit etwas höheren Treibhausgaskonzentrationen als beim „Klimaschutzszenario“, und dem sogenannten „Weiter-wie-bisher-Szenario“ (RCP8.5) mit stetig steigenden Treibhausgaskonzentrationen (vgl. Moss et al., 2010). Von den drei vorgestellten Klimaszenarien entspricht nur das „Klimaschutzszenario“ (RCP2.6) weitestgehend dem Pariser Klimaschutzabkommen von 2015 und repräsentiert die absolute Obergrenze der gerade noch für Mensch und Umwelt handhabbaren zukünftigen Klimaveränderungen. Bereits das „moderate Szenario“ (RCP4.5) führt zu nicht mehr handhabbaren und unumkehrbaren Veränderungen auf der Erde (vgl. Schellnhuber et al., 2016; Steffen et al., 2018). Für jedes dieser drei Szenarien wurden mit mehreren Klimamodellen zahlreiche Berechnungen durchgeführt, die dann für jede Klimagröße jeweils eine mögliche zukünftige Entwicklung (Projektion) wiedergeben. Die Projektionen des DWD für das „Weiter-wie-bisher-Szenario“ (RCP 8.5) stammen zum Beispiel aus 21 Modellläufen. Jeder Modellauf ist dabei als gleich wahrscheinlich anzuse-

hen, weshalb Klimaexperten häufig eine Bandbreite der Gesamtergebnisse angeben.

Für die Berechnung der zukünftig (2071–2100) möglichen Standortbedingungen für die in der forstlichen Standortkarte betrachteten Baumarten sind die Projektionen der Klimagrößen „tatsächliche forstliche Vegetationszeit“ und „Klimatische Wasserbilanz“ (KWB) notwendig. Beide Parameter werden jeweils als 30-jähriger Mittelwert (2071–2100) dargestellt. Für die konkrete Berechnung wurden das „moderate Szenario“ und das „Weiter-wie-bisher-Szenario“ ausgewählt. Selbstverständlich sollte unbedingt vermieden werden, dass der globale Treibhausgasausstoß den Pfad des „Klimaschutzszenarios“ (RCP2.6) übersteigt. Dennoch ist es wichtig, sich auch in der Waldbewirtschaftung auf verschiedene mögliche Folgen des Klimawandels einzustellen.

Die Mediane (der Wert innerhalb aller Modellergebnisse, von dem aus die eine Hälfte der Modellergebnisse eine größere Veränderung und die andere Hälfte eine kleinere zeigt) beider Klimaszenarien („moderat“ und „Weiter-wie-bisher“) lassen erhebliche Veränderungen in der Länge der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit und der monatlichen KWB erkennen. Dies bildet nicht die komplette Bandbreite der Modellergebnisse mit den Extremauswirkungen ab, trägt durch die Berücksichtigung bei der Wiederbewaldung aber bereits deutlich zur Verringerung der Risiken bei.

Bei den **Auswertungen zu den möglichen Veränderungen der Standortbedingungen im Klimawandel** werden die aktuell beobachteten NRW-Mittelwerte der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit sowie der monatlichen Klimatischen Wasserbilanz der Referenzperiode 1971–2000 mit den NRW-Mittelwerten für den Zeitraum 2071–2100 der Mediane des „moderaten“ und des „Weiter-wie-bisher-Szenarios“ verglichen. Bei den dargestellten Werten handelt es sich um Mittelwerte für ganz NRW. Räumliche Unterschiede bestehen natürlich in den ausgewählten Anpassungsbereichen an den Klimawandel genauso wie bei den Beobachtungsdaten der Referenzperiode 1971–2000.

Anzahl Tage > 10 °C/Jahr 1971–2000	Anzahl Tage > 10 °C/Jahr 2071–2100	
	RCP4.5 (Median)	RCP8.5 (Median)
168	198	224

Mittlere tatsächliche forstliche Vegetationszeit 2071–2100 der beiden Klimaszenarien gegenüber den Beobachtungsdaten der Referenzperiode 1971–2000 im Mittel für NRW (Datenquelle: DWD, Brienen et al. (2020), auf Grundlage von EURO-CORDEX und ReKlies-DE. Stand: DWD-Referenzensemble v2018).

Nach den **Projektionen zur tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit** sind bei beiden Klimaszenarien sehr deutliche Anstiege möglich (31 bis 57 Tage im Mittel für NRW). Übernimmt man eine ungefähre Aufteilung der Verlängerung der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit zu zwei Dritteln in den Frühling und zu einem Drittel in den Herbst, wie es beim Vergleich der Zeiträume 1951–1980 und 1981–2010 erfolgt ist, dann fängt die tatsächliche forstliche Vegetationszeit je nach Klimaszenario und Lage in NRW unter Umständen bereits Anfang März an.

	KWB in mm 1971–2000	KWB in mm 2071–2100	
		RCP4.5 (Median)	RCP8.5 (Median)
Januar	68	69	75
Februar	38	40	39
März	39	43	41
April	0	4	1
Mai	-13	-10	-13
Juni	-3	-9	-16
Juli	-14	-30	-43
August	-14	-29	-37
September	22	9	-1
Oktober	38	38	41
November	62	65	68
Dezember	79	89	93

Mittlere monatliche Klimatische Wasserbilanz (KWB) 2071–2100 der beiden Klimaszenarien gegenübergestellt mit den Beobachtungsdaten der monatlichen KWB der Referenzperiode 1971–2000 im Mittel für NRW (Datenquelle: DWD, Brienen et al., 2020, auf Grundlage von EURO-CORDEX und ReKlies-DE. Stand: DWD-Referenzensemble v2018).

Bei den **Projektionen zur Klimatischen Wasserbilanz** ist allgemein festzustellen, dass die Verhältnisse extremer werden. Im Winter nimmt die positive KWB zu, im Sommer verringert sich die KWB deutlich. Da es sich hier um Projektionen für einen 30-jährigen Zeitraum handelt, muss darauf hingewiesen werden, dass einzelne Extremereignisse wie besonders trockene und heiße Jahre oder sehr regenreiche Jahre mit deutlich höheren Niederschlagssummen ebenfalls vorkommen werden.

Weitere Informationen:

- **Klimaatlas NRW** (www.klimaatlas.nrw.de): liefert Grundlageninformationen zur klimatischen Entwicklung in Form von Karten für unterschiedliche Parameter aus den Kategorien Lufttemperatur, Niederschlag, Sonnenschein und Wind.
- **Klimafolgenmonitoring NRW** (www.klimafolgenmonitoring.nrw.de): zeigt die Auswirkungen des bereits beobachteten Klimawandels anhand von 32 Indikatoren aus 7 Umweltbereichen in Form von Zeitreihen.
- **Fachinformationssystem Klimaanpassung NRW** (www.klimaanpassung.nrw.de): stellt exemplarisch mögliche Auswirkungen der zukünftigen Klimaentwicklung dar und liefert so Planungsgrundlagen für Anpassungsmaßnahmen; derzeit sind mögliche Klimafolgen für zehn Handlungsfelder enthalten; aktuell hinzugekommen ist das Handlungsfeld Dürre.

Die Ausdehnung der forstlichen Vegetationszeit stellt einen wichtigen Standortfaktor dar.



4.3 WALDBAU KONZEPT NRW

Das Waldbaukonzept Nordrhein-Westfalen (MULNV NRW, 2019) ist fachlich breit ausgerichtet, basiert auf aktuellen forstwissenschaftlichen Grundlagen und richtet sich als Empfehlung mit vielen Varianten und Auswahlmöglichkeiten an alle Arten des Waldeigentums.

Das Konzept ist modular angelegt und beinhaltet allgemeine waldbauliche **Grundsätze**, spezifische **Waldentwicklungstypen** mit Standortbezug und Baumartenmischungen, konkrete **waldbauliche Behandlungsempfehlungen** für Waldbestände in verschiedenen Entwicklungsphasen sowie Hinweise zu weiteren waldbaulich relevanten Aspekten wie z. B. Naturschutz, Wildmanagement, Waldschutz und Holzverwendung.

Das zentrale **Prinzip** des Waldbaukonzepts NRW ist die Begründung und Entwicklung von standortgerechten

Mischbeständen aus überwiegend heimischen Baumarten und unter Verwendung von geeignetem forstlichen Vermehrungsgut. Einige ausgewählte, wissenschaftlich besonders abgesicherte eingeführte Baumarten werden überwiegend als Beimischungen empfohlen. Für alle Waldentwicklungstypen werden Beimischungen von Laubbaumarten vorgesehen.

Die Mischung der Baumarten in den verschiedenen **Waldentwicklungstypen** basiert auf den standörtlichen, waldökologischen und waldwachstumskundlichen Grundlagen (vgl. Bartsch, von Lüpke und Röhrig, 2020) sowie unterschiedlichen forstbetrieblichen Schwerpunktsetzungen. Bei den Waldentwicklungstypen sind die Vitalität, Stabilität, Leistungsfähigkeit und Resilienz im Klimawandel sowie eine entsprechende Risikostreuung von Bedeutung.

Waldentwicklungstypen		Waldentwicklungstypen	
Waldentwicklungstypen-Ziffer	Baumartenkombination	Waldentwicklungstypen-Ziffer	Baumartenkombination
Eichenmischwälder		Nadelmischwälder	
12	Eiche-Buche/Hainbuche	62	Kiefer-Buche/Lärche
13	Eiche-Edellaubbäume	68	Kiefern-mischwald
14	Eiche-Birke/Kiefer	69	Kiefer-Douglasie
Buchenmischwälder		82	Fichtenmischwald
20	Buchenmischwald	84	Fichte-Vogelbeere/Birke
21	Buche-Eiche/Roteiche	88	Tannenmischwald
23	Buche-Edellaubbäume	92	Douglasie-Buche
27	Buche-Lärche	96	Douglasie-Große Küstentanne
28	Buche-Fichte/Tanne	98	Douglasienmischwald
29	Buche-Douglasie		
Weitere Laubmischwälder			
31	Edellaubbäume (trocken)		
32	Edellaubbäume (frisch)		
40	Schwarzerle		
42	Roteiche-Buche/ Große Küstentanne		
44	Birke-Schwarzerle		

Farbliche Kennzeichnung der Kompatibilität der Waldentwicklungstypen mit Waldlebensraumtypen der FFH-RL, bezüglich der Baumartenmischung bzw. der Höhenstufe (■ = voll, ■ = eingeschränkt, ■ = keine), verpflichtend für Wald-LRT in FFH-Gebieten, in FFH-Gebieten zudem grundsätzlich kein Einbringen lebensraumfremder Baumarten, staatliche Verpflichtung für den Erhalt der Waldlebensraumtypen auch außerhalb von FFH-Gebieten mit verschiedenen Umsetzungsansätzen

Berücksichtigung evtl. weiterer naturschutzrechtlicher Einschränkungen bezüglich der Baumartenmischung (z. B. nach Erhaltungszielen für ein FFH-Gebiet oder nach sonstigem Bundes- oder Landesnaturschutzrecht)

Naturschutzfachliche Informationsangebote bei Fachinformationssystemen (Umweltdaten vor Ort) sowie Informations- und Beratungsangebote der unteren Landesbehörden (Regionalforstämter, Naturschutzbehörde bei den Kreisen und kreisfreien Städten)

Übersicht der 23 möglichen Waldentwicklungstypen des Waldbaukonzepts NRW (Quelle: MULNV, 2019).

Die Waldentwicklungstypen des Waldbaukonzepts NRW sind explizit spezifischen **Standortbedingungen** zugeordnet. Aus der Kombination der drei Standortbedingungen Temperatur (Vegetationszeit), Wasserversorgung und Nährstoffversorgung ergeben sich 72 Standorttypen.

In insgesamt vier separaten Übersichten für die verschiedenen **Vegetationszeitzbereiche** – auch in Anlehnung an die Höhenstufen – sind die verschiedenen Waldentwicklungstypen der Kombination von **Gesamtwasserhaushaltsstufe** und **Nährstoffversorgung** zugeordnet.

Die nachfolgende Übersicht zeigt beispielhaft die Empfehlungen der Waldentwicklungstypen für den Bereich der Vegetationszeit > 160 Tage in Anlehnung an die planare Höhenstufe. Besonders empfohlene Waldentwicklungstypen sind in Fettdruck dargestellt. Die farbliche Kennzeichnung stellt die Kompatibilität mit Waldlebensraumtypen der FFH-Richtlinie dar. Bei der Auswahl von Waldentwicklungstypen für bestimmte Standortbedingungen sollte die Möglichkeit der Veränderung im Klimawandel berücksichtigt werden (Standortdrift).

Waldentwicklungstypen nach Standortfaktoren Vegetationsbedingungen, Vegetationszeit (Tage ≥ 10 °C Tagesmitteltemperatur) > 160 Tage, in Anlehnung an planare Höhenstufe		
Vegetationszeit > 160 Tage	Gesamtwasserhaushaltsstufe	
	mäßig trocken bis sehr trocken, wechsel trocken	mäßig frisch
Nährstoffversorgung		
eutroph (basenreich)	12 13 23 21 29 31 69 96	12 13 20 23 21 27 29 31 69 92 96
mesotroph (mäßig basenhaltig)	12 14 21 29 42 69 92 96	12 20 14 21 27 29 62 69 92 96
schwach mesotroph/oligotroph (basenarm)	12 14 69 96	12 14 42 62 69 92 96

Waldentwicklungstypen

Eichenmischwälder

- 12 Eiche-Buche/Hainbuche
- 13 Eiche-Edellaubbäume
- 14 Eiche-Birke-Kiefer

Buchenmischwälder

- 20 Buchenmischwald
- 21 Buche-Eiche/Roteiche
- 23 Buche-Edellaubbäume
- 27 Buche-Lärche
- 28 Buche-Fichte/Tanne
- 29 Buche-Douglasie

Weitere Laubmischwälder

- 31 Edellaubbäume (trocken)
- 32 Edellaubbäume (frisch)
- 40 Schwarzerle
- 42 Roteiche-Buche/
Große Küstentanne
- 44 Birke-Schwarzerle

Fettdruck der bezüglich des standörtlichen Potenzials besonders geeigneten Waldentwicklungstypen

Farbliche Kennzeichnung der Kompatibilität der Waldentwicklungstypen mit Waldlebensraumtypen der FFH-RL, bezüglich der Baumartenmischung bzw. der Höhenstufe (= voll, = eingeschränkt, = keine), verpflichtend für Wald-LRT in FFH-Gebieten, in FFH-Gebieten zudem grundsätzlich kein Einbringen lebensraumfremder Baumarten, staatliche Verpflichtung für den Erhalt der Waldlebensraumtypen auch außerhalb von FFH-Gebieten mit verschiedenen Umsetzungsansätzen

Berücksichtigung evtl. weiterer naturschutzrechtlicher Einschränkungen bezüglich der Baumartenmischung (z. B. nach Erhaltungszielen für ein FFH-Gebiet oder nach sonstigem Bundes- oder Landesnaturschutzrecht)

Die Empfehlung von Baumarten und Waldentwicklungstypen für die verschiedenen Standortbedingungen ist auch in Form digitaler Karten im Internetportal Waldinfo.NRW enthalten.

Das Waldbaukonzept NRW beinhaltet auch vielfältige Informationen und Empfehlungen zur Bestandesbegründung.



frisch bis sehr frisch, grundfrisch bis grundfeucht	mäßig wechselfeucht bis wechselfeucht	hangfeucht, feucht	nass, staunass
12 13 20 23 21 27 29 31 32 69 92 98	12 13 40 14 31 32 88 98	12 13 40 14 31 32 69 88 98	12 13 40 32
12 20 23 14 21 27 28 29 42 62 68 82 88 92 96 98	12 40 14 42 69 88 96 98	12 40 14 44 69 88 96 98	12 40 14 44
12 20 14 21 27 42 62 69 82 92 96 98	12 40 14 21 42 69 96	12 40 14 21 44 69 96	12 40 14 44

Nadelmischwälder

- 62 Kiefer-Buche/Lärche
- 68 Kiefernmischwald
- 69 Kiefer-Douglasie
- 82 Fichtenmischwald
- 84 Fichte-Vogelbeere/Birke
- 88 Tannenmischwald
- 92 Douglasie-Buche
- 96 Douglasie-Küstentanne
- 98 Douglasienmischwald

Naturschutzfachliche Informationsangebote bei Fachinformationssystemen (Umweltdaten vor Ort) sowie Informations- und Beratungsangebote der unteren Landesbehörden (Regionalforstämter, Naturschutzbehörde bei den Kreisen und kreisfreien Städten)

Möglichkeit der Veränderung der Eingangsgrößen Vegetationszeit und Wasserhaushalt für die Auswahl der Waldentwicklungstypen je nach berücksichtigtem Szenario zu den Auswirkungen des Klimawandels über den Produktionszeitraum (Standortdrift)

Quelle: Heile et al., unveröffentlicht (verändert u. a. nach Milbert und Dworschak, 2016; Arbeitskreis Standortkartierung, 2016; Landesbetrieb HessenForst, 2016)

4.4 VERÄNDERUNG DER WUCHSBEDINGUNGEN FÜR BAUMARTEN UND MISCHBESTÄNDE

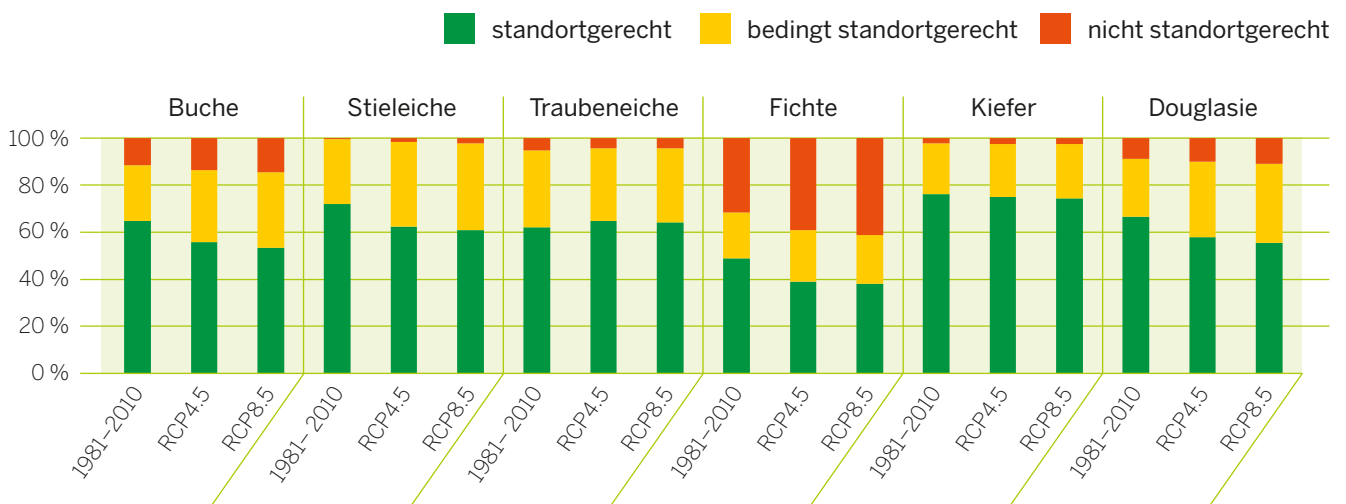
Methodische Anmerkungen:

Mithilfe der forstlichen Standortkarte NRW wurden digitale Karten zur Standorteignung von Baumarten und Anbauempfehlung von Waldentwicklungstypen auf Grundlage der derzeitigen Klimabedingungen (1981–2010) und auf Basis von Klimaprojektionen für ausgewählte Klimaszenarien entwickelt. Die Klimaprojektionen greifen auf Daten der für Deutschland zur Verfügung stehenden Modellensembles, jeweils Medianwerte, der etablierten Szenarien RCP4.5 und RCP8.5 des Weltklimarats für die ferne Zukunft (2071–2100) zurück. Hierdurch kann die Eignung von Baumarten bzw. Anbauempfehlung von Waldentwicklungstypen unter den derzeitigen klimatischen Verhältnissen denen der Klimaprojektionen gegenübergestellt werden. In den nachfolgenden Abschnitten sind erste Flächenauswertungen dieser neuen Kartenanwendungen vergleichend dargestellt. Hierbei müssen einige Aspekte bedacht

werden: Die Klimaprojektionen weisen für beide Klimaszenarien eine große Spannweite an Modellergebnissen auf, die alle als gleich wahrscheinlich anzusehen sind. Zur Berechnung von Varianten der forstlichen Standortkarte wurden die Mediane der Modellensembles ausgewählt. Zudem haben die Daten eine im Vergleich zu aktuellen Messdaten geringere räumliche Auflösung. Weiterhin weisen beide Szenarien eine über die Vegetationszeit sehr unterschiedliche Niederschlagsverteilung auf, die derzeit noch nicht in den standörtlichen Karten berücksichtigt bzw. abgebildet werden kann. Dennoch geben die Modellierungsergebnisse wertvolle Orientierungspunkte und Anregungen für die langfristig wirkenden Entscheidungen der Wiederbewaldung. Die Modelle, Datengrundlagen und Auswertungen werden fortlaufend weiterentwickelt.

Anhand der drei Standortfaktoren Wärme (Vegetationszeit), Wasser- und Nährstoffhaushalt wurde die Standortgerechtigkeit ausgewählter Baumarten, bezogen auf die gesamte Waldfläche von NRW, für die aktuelle Klimaperiode 1981–2010 sowie für den Zeitraum 2071–2100 unter

der Annahme der Klimaszenarien ermittelt. Im Rahmen der Modellierung wird eine **Verschiebung der Standortgerechtigkeit von Baumarten im Klimawandel** aufgezeigt (Standortdrift).



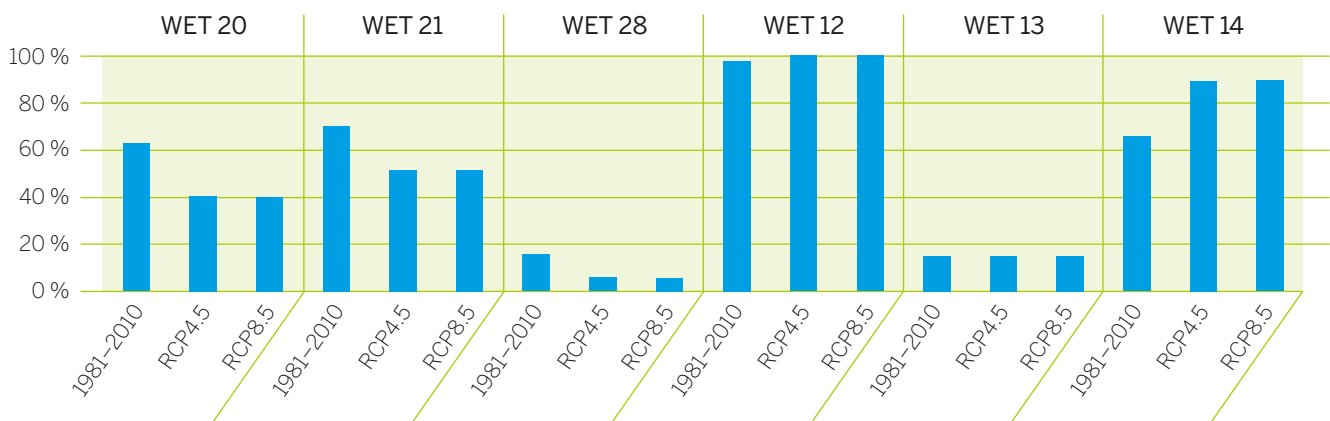
Standortgerechtigkeit von Hauptbaumarten in der Klimanormalperiode 1981–2010 und in den Klimaszenarien RCP4.5 und RCP8.5, Median des Modellensembles, für den Zeitraum 2071–2100 bezogen auf die Gesamtwaldfläche von NRW (Quelle: LB WH NRW, GD NRW und LANUV NRW, unveröffentlicht).

Für die **Buche** sind im Rahmen der Modellierung negative Tendenzen erkennbar, wenn auch nicht in sehr hohem Maße. Uneingeschränkt standortgerechte Bereiche nehmen in den Klimaszenarien ab, zugleich nehmen bedingt geeignete und ungeeignete leicht zu. Bei der **Stieleiche** nehmen zwar standortgerechte Flächen zugunsten bedingt standortgerechter geringfügig ab, die Veränderungen sind aber vergleichsweise marginal. Die trockenheitstolerante **Traubeneiche** zeigt positive Entwicklungen, geeignete Bereiche nehmen geringfügig zu und ungeeignete ab. Beide Eichenarten sind aufgrund ihrer breiten Standortamplitude somit auch für die angenommenen klimatischen Verhältnisse im Zeitraum 2071–2100 für gut zwei Drittel aller Waldflächen standörtlich gut angepasst.

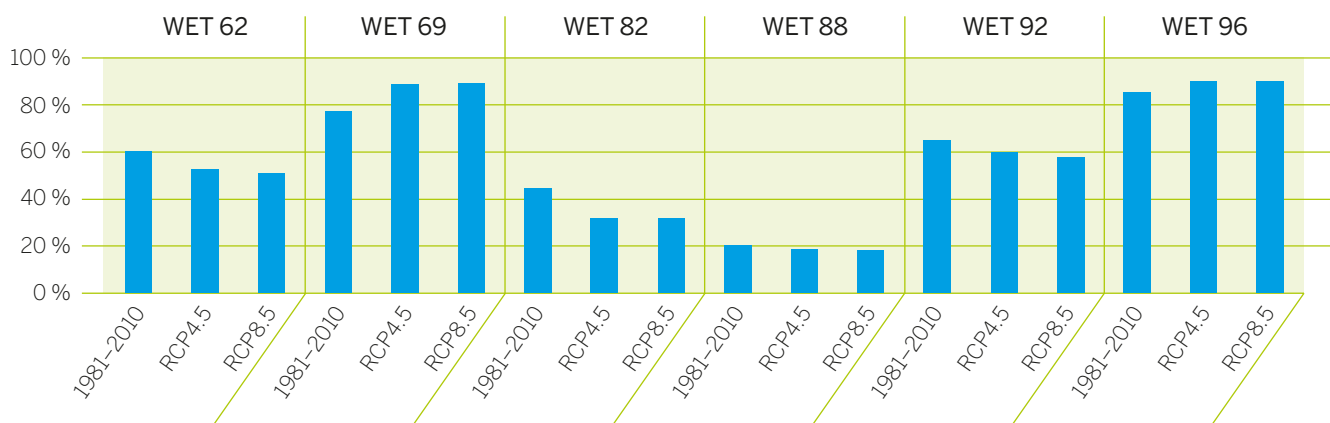
sie noch auf knapp 50 % aller Waldflächen standörtlich möglich, bei den hier ausgewählten Projektionsergebnissen ist aber auf drei Fünftel aller Flächen mit einem mittleren bis hohen Anbaurisiko zu rechnen. Für die trockenresistente **Kiefer** zeigen sich kaum Unterschiede, sodass immer noch rund 75 % aller Waldflächen der Kiefer standörtlich gute Wuchsbedingungen liefern. Bei der **Douglasie** sorgen die projizierten klimatischen Verhältnisse für einen leichten Rückgang standortgerechter Bereiche im Zeitraum 2071–2100, ähnlich wie bei der Buche.

Im Rahmen der Modellierung wird auch eine **Verschiebung der Empfehlungen von Waldentwicklungstypen des Waldbaukonzepts NRW im Klimawandel** dargestellt (Standortdrift).

Wie zu erwarten, verliert die trockenempfindliche **Fichte** merklich an potenzieller Anbaufläche. Derzeit ist



Anbauempfehlung ausgewählter Buchen- und Eichen-Waldentwicklungstypen (WET) in der Klimanormalperiode 1981–2010 und in den Klimaszenarien RCP4.5 und RCP8.5, Median des Modellensembles, für den Zeitraum 2071–2100 bezogen auf die Gesamtwaldfläche von NRW (Quelle: LB WH NRW, GD NRW und LANUV NRW, unveröffentlicht).



Anbauempfehlung ausgewählter Kiefern-, Fichten-, Tannen- und Douglasien-Waldentwicklungstypen (WET) in der Klimanormalperiode 1981–2010 und in den Klimaszenarien RCP4.5 und RCP8.5, Median des Modellensembles, für den Zeitraum 2071–2100 bezogen auf die Gesamtwaldfläche von NRW (Quelle: LB WH NRW, GD NRW und LANUV NRW, unveröffentlicht).

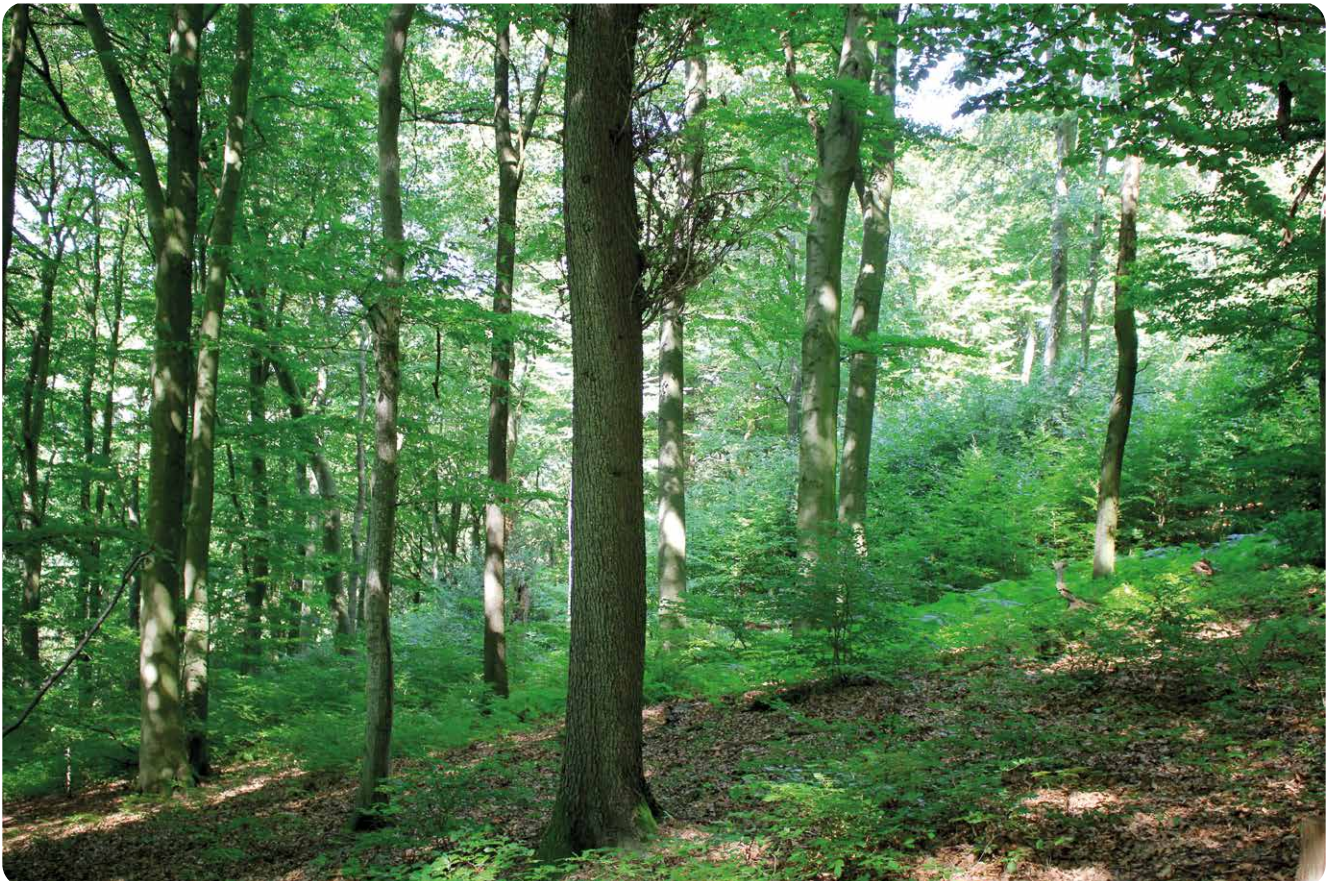
Veränderung der Wuchsbedingungen

Bei den **Buchen-Waldentwicklungstypen** sind im Schnitt negative Tendenzen erkennbar. Beim WET 20 (Buchenmischwald) und WET 21 (Buche-Eiche/Roteiche) nimmt der Flächenanteil mit einer Anbauempfehlung ab, beide sind aber auch weiterhin von hoher Bedeutung. Die Kombination aus Buche und Fichte/Tanne (WET 28) ist im Zeitraum 2071-2100 in den ausgewählten Klimaszenarien nur noch auf wenigen Flächen zielführend. Anders sieht es bei den **Eichen-Waldentwicklungstypen** aus. Der WET 12 mit Eichenarten und Buche/Hainbuche erweist sich im Rahmen eines wärmeren und trockeneren Klimas als überaus anbauwürdig. Je nach Baumartenzusammensetzung ist er auf allen Standortkombinationen möglich. Auch der Mischwaldtyp Eiche-Birke-Kiefer (WET14) profitiert von den projizierten zukünftigen klimatischen Verhältnissen und wäre für fast alle Waldflächen eine Option.

Bei den **Kiefern-Waldentwicklungstypen** sind, je nach Begleitbaumart, unterschiedliche Entwicklungen zu

beobachten. Der WET 62 mit Buche und Lärche verliert geringfügig an potenzieller Anbaufläche, die Mischung aus Kiefer und Douglasie (WET 69) zeigt hingegen positive Tendenzen und wäre für sehr viele Waldflächen geeignet. Der **Fichten-Waldentwicklungstyp** WET 82 (Fichtenmischwald) hingegen weist unter den ausgewählten Klimabedingungen für den Zeitraum 2071–2100 nur noch für ein Drittel aller Flächen eine Anbauempfehlung auf. Demgegenüber präsentiert sich der Tannen-Waldentwicklungstyp WET 88, mit nennenswerten Anteilen der Weißtanne anstelle der Fichte, als überaus klimastabil. Hier sind keine nennenswerten negativen Veränderungen zu sehen. Bei den **Douglasien-Waldentwicklungstypen** sind keine einheitlichen Entwicklungen erkennbar. Der WET 92 (Douglasie-Buche) verliert unter den ausgewählten Klimabedingungen für den Zeitraum 2071–2100 geringfügig an Empfehlungswürdigkeit, der WET 96 (Douglasie-Küstentanne) ist für zunehmend mehr Waldfläche eine attraktive Wahl.

Eichenmischwald



5 BESTANDESBEGRÜNDUNG

5.1 FLÄCHENVORBEREITUNG, NATURVERJÜNGUNG, PFLANZUNG UND SAAT

Planung der Verjüngungsfläche und Vorbereitung von Teilflächen für die Pflanzung

Eine differenzierte **Einordnung der Verjüngungsfläche** bildet die **Grundlage für die Planung der Maßnahmen zur Bestandesbegründung**. Dies betrifft vornehmlich die räumlich verteilt vorkommenden Standortstypen, besonders geeignete Waldentwicklungstypen, naturschutzrechtliche Auflagen, vorhandenen Altbestand als Schirm und Mutterbäume mit Potenzial für Naturverjüngung sowie vorhandene, standörtlich geeignete Naturverjüngung (vgl. Kap. 10 „Checkliste“).

Eine evtl. erforderliche teilweise **Flächenvorbereitung** für die Bestandesbegründung soll möglichst bodenschonend erfolgen, um eine Bodenverdichtung und Bodenerosion auch im Hinblick auf das Risiko des Nährstoffexports zu vermeiden. Daher sollten Großmaschinen möglichst nicht flächig zum Einsatz kommen, sondern nur auf dem bestehenden Rückegassensystem (in Kombination mit Pflegepfaden für die Kulturpflege).

Eine maschinelle **Räumung der Kalamitätsfläche** wird dann erforderlich, wenn vorhandener Schlagabraum (besonders bei motormanueller Aufarbeitung des Kalamitätsholzes) und bereits intensive Begleitvegetation (z. B. Brombeere, Adlerfarn) das Begründungsverfahren, den Anwuchserfolg und eine spätere Kulturpflege erschweren.

Die differenzierte **Ansprache der Verjüngungsfläche** ist auch notwendig, um die Intensität der Teil-Flächenräumung in Anlehnung an das geplante Verjüngungsverfahren (Naturverjüngung, Pflanzung, Saat) festzulegen. Die Auswahl der hierfür geeigneten Verfahren wird durch die Bearbeitungsintensität und die Flächengröße beeinflusst. Zum Räumen der Fläche eignen sich Räumrechen, deren Anbau an verschiedenen Kränen von Forwardern, Forstspezialschleppern, Baggern etc. möglich ist. Bei der Auswahl der Maschine ist auf eine möglichst große Kranreichweite zu achten. Die Kosten für dieses extensive Räumen belaufen sich auf ca. 650 €/ha.

Werden das Entfernen der Rohhumusaufgabe und das Freilegen des Mineralbodens in Form von Pflugstreifen in Erwägung gezogen, eignen sich das TTS-Gerät und verschiedene Streifenpflüge, die an unterschiedliche Zugmaschinen (landwirtschaftliche Schlepper, Kleinraupe, usw.) angebaut werden können. Für diese Arbeitsverfahren sind Kosten von ca. 550 €/ha anzusetzen.



Harvester im Einsatz bei der Aufarbeitung von Kalamitätsholz.

Die Bodenvorbereitung für eine Saat kann durch händische Verfahren erfolgen, beschränkt sich dann aber auf die manuelle Plätzeaat bei kleineren Flächen. Weitere technische Möglichkeiten ergeben sich für die Saat mit Kleinraupen, bei denen das Pflügen oder Fräsen in Kombination mit einer gleichzeitigen Saat durch eine entsprechende Sämaschine möglich ist.

Soll die **Pflanzung** auf großen Kalamitätsflächen durch Pflanzmaschinen erfolgen und wird für die spätere Kulturpflege der Einsatz von selbstfahrenden bzw. ferngesteuerten Kleinmulchern in Betracht gezogen, so müssen die Flächen frei von Wurzeltellern und Stubben sein. Diese Aggregate beseitigen Konkurrenzvegetation ohne Bodenkontakt und können per Fernsteuerung bedient werden. Die Mähbreite dieser Geräte ist variierbar und an den Abstand der gewählten Pflanzverbände anzupassen. Ein Einsatz von Großmaschinen (z. B. Großmulcher etc.) sollte zwingend auf die bereits anzulegenden späteren Rückegassen beschränkt bleiben. Auf tonigen Böden bzw. feuchten oder wechselfeuchten Standorten scheidet der Einsatz von Großmulchern aus, da diese dort das Bodengefüge weitreichend zerstören.

Umgang mit Fichten-Dürrständern auf Kalamitätsflächen

- Die vollständige Entnahme der Fichten-Dürrständer führt häufig zu einer Destabilisierung eingemischter Baumarten und angrenzender Bestände, zu Kahlfächeneffekten und zur Qualitätsminderung von Buchen-Voranbauten unter Fichte.
- Es kann darum sinnvoll sein, zumindest einen Teil der Fichten-Dürrständer auf der Fläche zu belassen.
- Hierzu gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, z. B. die Anlage von schachbrettartigen Kleinflächen oder von Femeln unter teilweiser Entnahme der Fichten-Dürrständer.
- Eine Pflanzung in Bereichen mit Dürrständern muss aus Sicht des Arbeits- und Gesundheitsschutzes so schnell wie möglich durchgeführt werden, da das Zeitfenster beginnender Kronenabbrüche je nach Standort und Exposition sehr unterschiedlich ist.
- Die Arbeitssicherheit ist eingeschränkt – auch bei potenziellen zukünftigen Pflegemaßnahmen.
- Die individuelle Beurteilung der Gefährdungslage vor Betreten des Bestandes ist in jedem Fall unabdingbar.
- Der aktuelle Praxisleitfaden Fichten-Dürrständer (LB WH NRW, 2020) empfiehlt eine Priorisierung unter der Berücksichtigung der Beseitigungspflicht und von Gefährdungspotenzialen; er zeigt Handlungsalternativen zur teilweisen Nutzung und darauffolgenden Wiederbewaldung sowie Vor- und Nachteile von Entnahme und Stehenlassen der Dürrständer auf.

Naturverjüngung und Pflanzung

Für die Wiederbewaldung der Kalamitätsflächen auf der fachlichen Grundlage des Waldbaukonzepts NRW wird grundsätzlich die sinnvolle **Kombination von geeigneter Naturverjüngung und ergänzender Pflanzung weiterer standortgerechter Baumarten** des ausgewählten Waldentwicklungstyps empfohlen.



Fichten-Dürrständer nahe Bebauung.

Im **Kap. 5.3 „Schemata für die Bestandesbegründung“** werden mit Bezug auf die Waldentwicklungstypen des Waldbaukonzepts ausgewählte Beispiele für die standortgerechte Kombination von Naturverjüngung und Pflanzung dargestellt. Diese stellen eine Orientierungshilfe mit Hinweisen zu Pflanzplänen und technischen Kennzahlen wie Stückzahlen, Sortimenten und Kosten dar. Bei der Anwendung sind stets die spezifischen Bedingungen des Standorts und des Bestandes zu berücksichtigen. Für die konkrete Anwendung ist forstfachliche Expertise erforderlich.

Aus mehreren Gründen – Erhöhung der Baumartenvielfalt und ökologische Bereicherung zur Erhöhung von Stabilität und Resilienz im Klimawandel, effizienter Umgang mit knappem Pflanzmaterial, Arbeitskapazitäten und Finanzmitteln sowie erhöhten Risiken von Wildschäden und Kulturausfällen – sollte in jedem Falle das **Naturverjüngungspotenzial** genutzt werden und sich die Pflanzung oder Saat auf unbestockte Teilflächen oder zur Stabilisierung von etablierter, standortferner Fichten-Naturverjüngung beschränken.

Auch unter Berücksichtigung der sich verändernden Standortbedingungen im Klimawandel kann nicht standortgerechte **Fichten-Naturverjüngung** grundsätzlich auf einem begrenzten Flächenanteil (empfohlen bis zu 20 %) als Zeitmischung oder als Vorwald beibehalten werden. Zum einen entfällt in diesem Fall der hohe Aufwand für die vollständige Entfernung, zum anderen kann dies die klimatischen Bedingungen für eine spätere Pflanzung der standortgerechten Zielbaumarten verbessern und ggf. Vornutzungserträge für den Waldbesitz ermöglichen. Für das Zurückdrängen von standortferner Fichten-Naturverjüngung auf den für Pflanzung oder Saat ausgewählten Teilflächen werden motormanuelle Verfahren (Motorsäge oder Spacer) empfohlen.

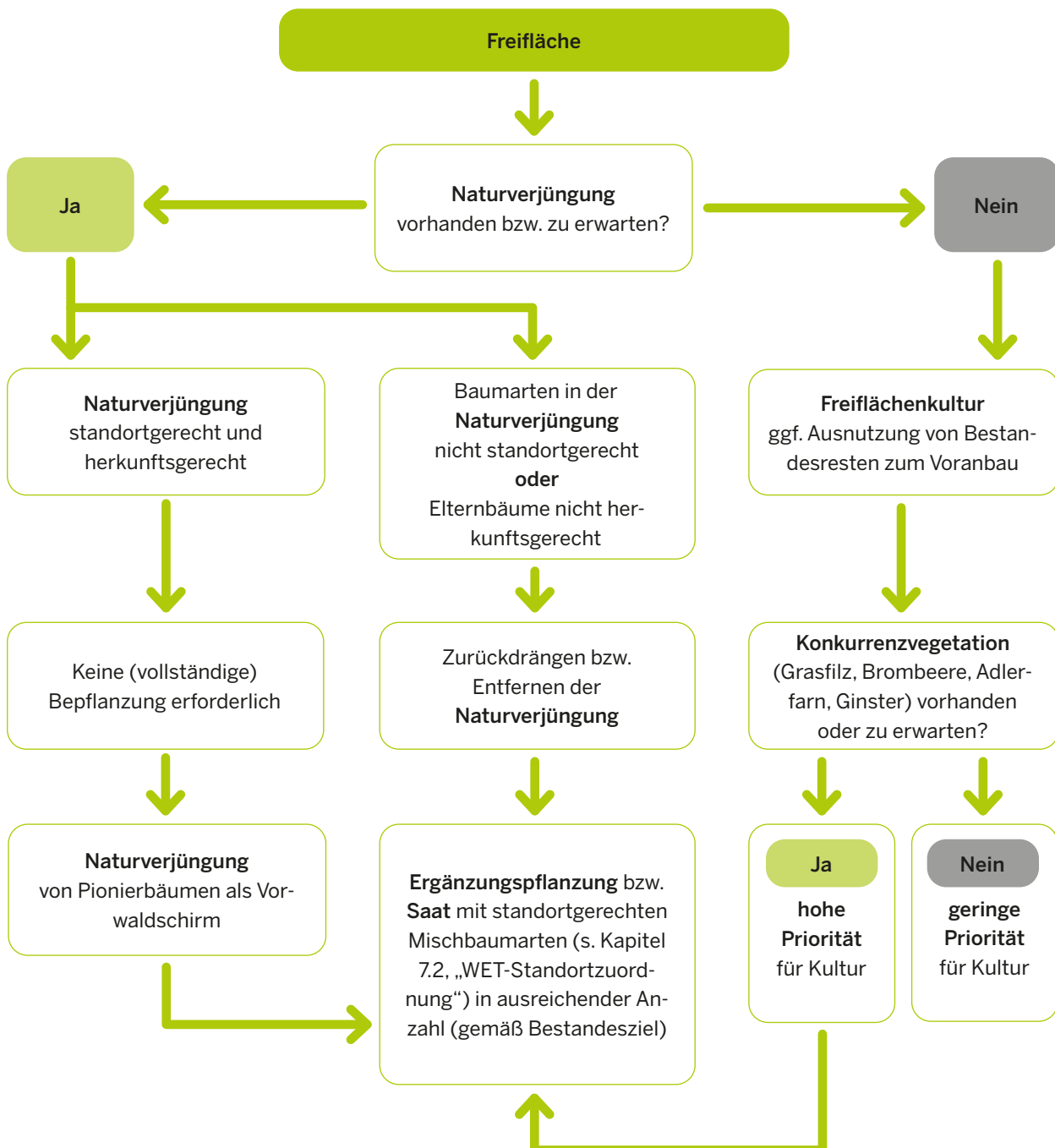
Grundsätzlich wird für die Bestandesbegründung die **Kombination von möglichst mindestens vier standortgerechten Baumarten** (Haupt- und Nebenbaumarten) in Anlehnung an einen ausgewählten Waldentwicklungstyp des Waldbaukonzepts empfohlen. Diese Vorgehensweise dient der Erhöhung der Stabilität und der Widerstandsfähigkeit der zukünftigen Waldbestände im Klimawandel und der Risikostreuung für die Forstbetriebe.

Für die Pflanzung werden Teilflächen von 200 bis 1.000 m² empfohlen. Bei großen Kalamitätsflächen (ab 2 ha) können aus Gründen der Arbeitseffizienz auch größere Teilflächen bis 3.000 m² bei den jeweiligen Hauptbaumarten sinnvoll sein.

Für die Pflanzung und die Saat ist ein geeignetes und zum Teil kritisches **Zeitfenster** zu beachten: Eine Pflanzung möglichst innerhalb von zwei bis drei Jahren nach dem Kalamitätsereignis kann erforderlich sein, um einen zeitlichen Vorsprung vor dem flächigen Aufkommen von Konkurrenzvegetation wie Adlerfarn, Brombeere, Reitgras oder der Entwicklung nicht standortgerechter Fichten-Naturverjüngung sicherzustellen.

Größere Freiflächen sollten hinsichtlich der Priorität in Zeiten knapper Ressourcen (Pflanzgut, Pflanzpersonal) bevorzugt bepflanzt werden.

Die Nutzung von Naturverjüngung und Sukzession (z. B. Birke, Vogelbeere oder temporär auch Naturverjüngung der Fichte) als **Vorwald** wird ausdrücklich empfohlen und nutzt auf Standorten mit mäßiger Wasser- und Nährstoffversorgung die Vorzüge natürlicher Wiederbewaldung zur Milderung des Freiflächenklimas für die spätere Einbringung der vorgesehenen Zielbaumarten bei nachfolgender Kultur- bzw. Ergänzungspflanzung. Hier steht meist ein Zeitkorridor von drei bis fünf Jahren vor der Kulturbegründung zur Verfügung.



Auswahlkriterien für die Eignung von Naturverjüngung und die Notwendigkeit von Pflanzung (Quelle: MULNV NRW, 2019; verändert nach aid infodienst, 2013).

Ein künstlicher Vorwald kann zur Vorbereitung auf die Bestandesbegründung mit Schattbaumarten (z. B. Buche oder Weißtanne) mit Pionierbaumarten wie Schwarzerle und Europäischer Lärche angelegt werden. Falls eine natürliche Wiederbewaldung ausbleibt bzw. nicht zu erwarten ist (z. B. bei größeren Kalamitätsflächen ohne angrenzende Nachbarbestände), wäre auf diese Weise der kostengünstige Aufbau eines standortgerechten Vorwaldes dennoch möglich. Als Beispiel dient hier das Pflanzschema des buchengeprägten Waldentwicklungstyps.

Bezüglich des **Pflanzzeitpunkts** sollten Pflanzungen von immergrünen Nadelbaumarten im zeitigen Frühjahr (Februar/März bis Mitte April) erfolgen. Aufgrund des verstärkten Risikos von Sommerdürren wird die Pflanzung von Laubbaumarten und Lärchen (winterkahl) für den Herbst (Mitte September bis Dezember) empfohlen. Die prognostizierten klimatischen Veränderungen führen auch bei der Anlage von Pflanzungen örtlich zu zeitlichen Verschiebungen, tendenziell kann die Frühjahrspflanzung regional auch schon früher beginnen, während der Zeit-

korridor der Herbstpflanzung ggf. auch in den Dezember ausgedehnt werden kann. Die Nutzung von Container-Pflanzen kann den zeitlichen Korridor der Frühjahrspflanzung im Bereich des Nadelholzes um einige Wochen verlängern bzw. die Notwendigkeit von Nachbesserungen verringern. Wichtig ist dabei die Verwendung von Pflanzgut mit ausreichender Reife (Verholzung) um drohende Trockenis und Frostschäden an den Triebspitzen zu vermeiden.

Forstliches Vermehrungsgut

Bei Pflanzung und Saat ist die Verwendung von **geeignetem und qualitätsgesichertem forstlichem Vermehrungsgut** wegen der grundsätzlichen Bedeutung für die gesamte Bestandesentwicklung sehr wichtig (vgl. Kap. 5.2 „Baumarten und Herkünfte“). Für die Wiederbewaldung der Kalamitätsflächen liegt der Schwerpunkt der Empfehlungen aufgrund der Freiflächensituation mit einem hohen Risiko von Konkurrenzvegetation auf der Pflanzung.

Gruppen forstlichen Vermehrungsgutes

Saatgut	Sollte für eine Freilandsaat immer reichlich verfügbar sein und aus Vollmasten stammen, keine unbedachte, sorglose Verbringung oder Mischung von Herkünften (gilt auch für Pflanzgut).
Pflanzgut	Die Pflanzenqualität und das dem Sortiment entsprechende Pflanzverfahren sind erfolgsentscheidend: frische, vitale Pflanzen (Wurzelhalsdurchmesser von 1,5 % der Pflanzenhöhe), gerader Wuchs mit deutlichem Haupttrieb und kräftiger Endknospe. Grundsatz: bevorzugt jüngere Pflanzensortimente wählen – so klein wie möglich, so groß wie nötig!
Sortimente	
Verschulpflanzen	Sortierung nach Baumart, Alter und Größe sowie Pflanzsortiment (z. B. Bu, 1+2, 40–60 cm ≈ Buchen-Pflanzen mit einer Größe zwischen 60–80 cm, die ein Jahr im Saatbeet und zwei Jahre im Verschulbeet gezogen wurden). Besitzen anzuchtbedingt ein kompakteres Feinwurzelwerk als Sämlinge, diese sind meist betriebswirtschaftlich günstiger.
Großpflanzen	Wuchshöhe ab 125 cm, sind vorteilhaft durch: <ul style="list-style-type: none"> • Wuchsvorsprung vor starker Konkurrenzvegetation • Geringere Verbissgefahr (Rehwild, Hase), kaum Freischneiden nötig • Geringere Pflanzenzahl bei Großpflanzen erfordert angepasste Pflanzverfahren bzw. -verbände
Containerpflanzen	Anzucht in Hartplastikcontainern, Quelltöpfen etc., gekennzeichnet durch eine hervorragende Wurzelqualität (hoher Anteil von Feinwurzeln). Erleiden keinen ausgeprägten Pflanzchock wie wurzelnackte Pflanzen und können bei fachgerechter Pflanzung trotz höherer Anschaffungskosten eine erfolgversprechende Variante darstellen (kaum Nachbesserung, Gelingen der Kultur). Besonders interessant bei Nadelholz-Pflanzsortimenten, wie z. B. Douglasie.
Wildlinge	Bei der Werbung der Wildlinge muss große Sorgfalt aufgewendet werden (Wurzelverluste), Wildlinge sollten unmittelbar nach dem Ausheben wieder rasch verpflanzt werden. Vorteile sind: <ul style="list-style-type: none"> • Kostengünstige Alternative zu kleineren Baumschulsortimenten • Sicherung einer örtlich bewährten Herkunft • Gute Anpassung an Überschirmung

Gruppen forstlichen Vermehrungsgutes (Quelle: LB WH NRW, 2019).

Die **Herkunftsempfehlungen gemäß Forstvermehrungsgutgesetz** sind zu beachten (vgl. BLE, 2017; MKULNV NRW, 2014; LB WH NRW, 2011). Das ausgewählte Pflanz- oder Saatgut sollte eine hohe Eignung bezüglich der vorherrschenden Umweltbedingungen und möglicher Extremereignisse (z. B. Trockenheit, Frost oder Nassschnee) sowie idealerweise auch eine hohe Anpassungsfähigkeit

(Resilienz) an die sich verändernden Standortbedingungen im Klimawandel aufweisen. Eine Kombination zweier geeigneter Herkünfte auf gleicher Fläche zur Risikominimierung wird aufgrund der dadurch steigenden Anpassungsfähigkeit der Bestände im Zuge des Klimawandels empfohlen.

Qualitätsaspekte bei der Beschaffung und Zwischenlagerung von Pflanzmaterial sowie bei der Pflanztechnik

(wichtig für den Anwuchserfolg und die zukünftige Bestandesentwicklung)

- Bestellung von Forstpflanzen erfordert genaue Angabe der Größe, des Alters und des Sortiments; mögliche Ersatzherkünfte sollten im Bedarfsfall berücksichtigt werden.
- Sichere Zwischenlagerung von Forstpflanzen im Bodeneinschlag (ausreichend groß, gut anfahrbar).
- Pflanzenübernahme durch Pflanzenübernahmeprotokoll für beide Seiten nachvollziehbar dokumentieren (Rechtssicherheit); bei der Pflanzenübernahme werden die Angaben des Lieferscheins wie z. B. Alter, Größe, Sortiment, aber auch die Angaben nach FoVG (z. B. Herkunft, Stammzertifikatnummern) und die Qualität der Pflanzen geprüft; dazu ist es sinnvoll, einzelne Pflanzen und Pflanzenbündel stichprobenartig zu kontrollieren.
- Die Auswahl des Pflanzverfahrens ist für eine langfristige Stabilität der Forstpflanzen von entscheidender Bedeutung; Ziel ist es, möglichst ungestörte (unbeschnittene) Wurzeln ohne Deformationen in den Boden zu bringen; dies bedeutet die Anpassung des Pflanzverfahrens an die Wurzelbildung der Forstpflanze und nicht umgekehrt.
- Wurzelschnitte grundsätzlich nur mäßig und nur dort durchführen, wo dies unbedingt notwendig ist; bei ungestörtem Wachstum erschließt die Wurzel (insbesondere bei Pfahlwurzeln) den weiteren Lebensraum und damit Nährstoffe und Wasservorräte für den Baum; die Grenzen des Eingriffs sind bei einem Verlust an Feinwurzelmasse von ca. 25 % und einer Stärke der zu schneidenden Wurzeln mit 4 mm Durchmesser erreicht; jede Wurzel soll individuell geschnitten werden (weitere Kriterien zur Sicherung der Pflanzenqualität s. Anhang 5).

Pflanzverfahren

Das Pflanzverfahren muss zur Flächenvorbereitung und zum Sortiment passen und gewährleisten, dass die Feinwurzeln der Pflanzen im Pflanzloch frisch und dreidimensional ausgerichtet sind. Die Pflanzen müssen festsitzen bzw. festen Bodenkontakt haben. Keinesfalls darf es bei der Pflanzung zu Wurzelverformungen oder Bodenverdichtungen kommen. Im Falle einer starken Rohhumusauflage sollte diese vor der Pflanzung entfernt werden.

In vielen Fällen bietet sich das Neheimer Pflanzverfahren an. Bestimmte Bedingungen des Oberbodens (z. B. hoher Anteil von Steinen, lehmig-tonige Böden etc.) können eine Lochpflanzung mit dem Hohlspaten erforderlich machen. Auf größeren, entsprechend vorbereiteten Flächen können auch maschinelle Pflanzverfahren zum Zuge kommen.



Hohlspatenpflanzung.

Übersicht gängiger Pflanzverfahren			
Manuelle Pflanzverfahren (eine Person)	Sortimente (cm)	Wurzellänge (cm)	Pflanzleistung (h)
Neheimer Pflanzverfahren	30/50, 60/80	bis 25 cm	75–100 Stück
Göttinger Fahrradlenker	60/80	bis 25 cm	50–70 Stück
Buchenbühler Schrägpflanzung	Sämlinge, 30/50	bis 20 cm	90–110 Stück
Rhodener Pflanzverfahren	60/80, 80/100	25–30 cm	ca. 75 Stück
Hohlspaten	60/80, 80/100	25–35 cm	ca. 50 Stück
Lochpflanzung mit Spaten	Großpflanzen > 120	divers	8–10 Stück
Pflanzrohr (für Container)	20/40, 30/50	10–15 cm	125–275 Stück
Lieco-Hohlspaten (für Container)	30/50, 60/80	11–15 cm	75–100 Stück
Einmann-Erdbohrer 50–70 cm	60/80, 80/100	25–35 cm	30–50 Stück
Maschinelle Pflanzverfahren (2–3 Personen)			
Pflanzmaschine (Traktor)	bis 60/80	15–35 cm	250–300 Stück
Lochbohrgerät (Harvester)	Großpflanzen > 120	divers	180–280 Stück
Erdbohrer bis 80 cm (Traktor)	Großpflanzen > 120	divers	60–120 Stück

Quelle: LB WH NRW, 2019

Verwendung von Wuchshüllen bei der truppweisen Wiederbewaldung.



Mechanischer Pflanzenschutz

Grundsätzlich muss die Bestandesbegründung auf großen Freiflächen durch angepasste Schalenwildbestände ermöglicht sein. Wo dies nicht der Fall ist, ist ein mechanischer Pflanzenschutz erforderlich.

Aufgrund der großen Dimensionen der aufzuforstenden Freiflächen werden unter Kosten-Nutzen-Gesichtspunkten bezüglich des mechanischen Pflanzenschutzes schwerpunktmäßig **Gatter und Zäune** empfohlen, insbesondere für die Bestandesbegründung mit Hauptbaumarten wie Eiche, Buche, Douglasie oder Kiefer (jeweils zzgl. Neben-

baumarten). Hierbei sind die sinnvolle Dimensionierung der Gattergrößen und eine kontinuierliche Kontrolle der Gatter und Zäune wichtig. Gattergrößen über einem Hektar haben sich dabei als problematisch erwiesen. Teilgatterungen unter Aussparung von Sukzessionsanteilen sind vorteilhafter, auch im Hinblick auf eine ausreichende Wildäsung. Der Wilddruck auf die Gatterflächen kann so gemildert werden. **Einzelschutz** wird vor allem für die gruppen- bis horstweise eingebrachten Nebenbaumarten (z. B. Edellaubholz, Weißtanne etc.) oder bei extensiver Bestandesbegründung in Form von Truppplantagen empfohlen.

Formen des Pflanzen- bzw. Verbisschutzes

Flächige Schutzverfahren (jeweils 400 lfm ≈ 1 ha, Höhe 2 m, inkl. Aufbau und Kontrolle)

Hordengatter	Abbau nicht erforderlich (Dimension: 2 x 4 m, 17,92 €/Horde)	ca. 6.100 €/ha
Stützenzaun	zzgl. Abbau und Entsorgung	ca. 4.928 €/ha
Z-Profil-Zaun	zzgl. Abbau und Entsorgung	ca. 3.780 €/ha
Scheren-Zaun	zzgl. Abbau und Entsorgung	ca. 4.489 €/ha

Einzelschutzverfahren (inkl. Lohnkosten):

Wuchshülle (inkl. Abbau)	Kosten: 2,65 €/Stück, zzgl. Abbau u. Entsorgungskosten: 1,78 €/Stück; ab einer Pflanzenzahl von ca. 650 Stück/ha ist der Stützenzaun der Wuchshülle kostenmäßig überlegen	4,43 €/Stück
Drahtrose (100 cm)	Einzelpreis 4,65 € zzgl. Entsorgung	4,65 €/Stück
Kreppband/Wolle	Kosten ca. 0,51 €/Stk./pro Jahr (mal 10 im Jahrzehnt)	Ø 5,10 € im Jahrzehnt
Spritzen (je Pflanze)	Kosten ca. 0,06 €/Stk./pro Jahr (mal 10 im Jahrzehnt)	Ø 0,60 € im Jahrzehnt
Streichen (je Pflanze)	Kosten ca. 0,13 €/Stk./pro Jahr (mal 10 im Jahrzehnt)	Ø 1,30 € im Jahrzehnt
TS-Manschette	Kosten ca. 0,90 €/Stk./pro Jahr (mal 8 im Jahrzehnt)	Ø 7,20 € im Jahrzehnt

Formen des mechanischen Pflanzen- bzw. Verbisschutzes (Quelle: KWF, 2012).

5.2 BAUMARTEN UND HERKÜNFTE

Empfohlene Baumarten

Klimaveränderungen, vor allem temperatur- und trockenheitsbedingter Art, stellen eine Herausforderung für die nachhaltige Waldbewirtschaftung dar. Ein wesentliches Element des adaptiven Waldmanagements ist die Auswahl von geeigneten Mischungen aus verschiedenen Baumarten und deren standortgerechte Platzierung auf der Bestandesfläche.

Bei der Wiederbewaldung der Kalamitätsflächen, speziell bei der die Naturverjüngung ergänzenden Pflanzung, stellt die Auswahl geeigneter standortgerechter Baumarten aus empfohlenen Herkünften eine zentrale Entscheidung des

Waldbesitzes dar. Der lokale Standort ist dabei entscheidend für die mögliche Baumartenpalette bei der Baumartenwahl. Hierbei richten sich die fachlichen Empfehlungen des Wiederbewaldungskonzeptes grundsätzlich nach den im Waldbaukonzept NRW (MULNV NRW, 2019) für die verschiedenen Waldentwicklungstypen, d. h. idealtypischen Mischbeständen, vorgesehenen Baumarten.

Den Grundsätzen des Waldbaukonzeptes NRW entsprechend werden in erster Linie **standortgerechte heimische Baumarten** empfohlen. Bisher eher **seltene heimische Mischbaumarten** sollen die Vielfalt in den zukünftigen Mischwäldern erhöhen. Darüber hinaus werden **geeignete, in Deutschland heimische Baumarten** sowie **ausge-**

Empfohlene Baumarten (heimische und ausgewählte eingeführte Baumarten)*

Laubbäume	Nadelbäume
Ahorne (Bergahorn ¹⁾ , Spitzahorn ^{1) 2)} , Feldahorn ^{1) 2)})	Douglasie ⁴⁾
Aspe ¹⁾	Europäische Lärche ³⁾
Birken ¹⁾ (Sandbirke, Moorbirke)	Japanische Lärche ⁴⁾
Vogelbeere ¹⁾ (Eberesche)	Eibe ^{1) 2)}
Stieleiche ¹⁾ , Traubeneiche ¹⁾	Waldkiefer ¹⁾
Roteiche ⁴⁾	Schwarzkiefer ⁴⁾
Elsbeere ^{1) 2)} , Speierling ^{1) 2)} , Mehlbeere ^{1) 2)}	Küstentanne ⁴⁾
Hainbuche ¹⁾	Weißtanne ³⁾
Kirsche (Vogelkirsche) ^{1) 2)}	
Linden ^{1) 2)} (Winterlinde, Sommerlinde)	
Rotbuche ¹⁾	
Schwarzerle (Roterle) ¹⁾	
Schwarzpappel (reinartig) ^{1) 2)}	
Ulmen ^{1) 2)} (Bergulme, Feldulme, Flatterulme)	
Walnuss ⁴⁾	
Weiden (heimische Arten) ¹⁾	
Wildapfel ^{1) 2)} , Wildbirne ^{1) 2)}	

Empfohlene eingeführte Baumarten aus anderen Regionen außerhalb von Mitteleuropa für ein experimentelles Einbringen (Beimischung bis zu insgesamt 10 % des Bestandesanteils)*

Laubbäume	Nadelbäume
Baumhasel ⁴⁾	Riesenlebensbaum ⁴⁾
Edelkastanie ⁴⁾	Zedern ⁴⁾ (Atlaszeder, Libanonzeder)
Lindenblättrige Birke ⁴⁾	
Schwarznuss ⁴⁾	

* Für das Einbringen von Baumarten in Schutzgebieten gelten die naturschutzfachlichen Anforderungen bezüglich standort-/gebietsheimischer bzw. lebensraumtypischer Baumarten.

¹⁾ In Nordrhein-Westfalen heimische Baumarten; ²⁾ seltene heimische Mischbaumarten; ³⁾ außerhalb von Nordrhein-Westfalen in Deutschland heimische Baumarten; ⁴⁾ eingeführte Baumarten aus anderen Regionen außerhalb von Mitteleuropa.

Methodische Anmerkungen:

- Unter in Nordrhein-Westfalen heimischen Baumarten werden im Rahmen des Wiederbewaldungskonzepts allgemein die in Nordrhein-Westfalen natürlich vorkommenden Baumarten verstanden.
- Diese Begrifflichkeit deckt sich nicht exakt mit der naturschutzrechtlichen Terminologie des BNatSchG.
- Bei spezielleren Betrachtungen, wie Fragen zu gelassener Herkünfte, der Zuordnung im Rahmen der Förderung sowie im Zusammenhang mit Schutzgebietsfestsetzungen, insbesondere der Baumartenwahl innerhalb von Schutzgebieten, werden weitergehende Anforderungen gestellt; so sind gebiets- oder standortheimische Baumarten, lebensraumtypische Baumarten, Baumarten der natürlichen Waldgesellschaften oder der potenziell natürlichen Vegetation (PNV) sowie eingeführte Baumarten anderer Regionen außerhalb von Mitteleuropa und invasive Neophyten je nach Betrachtungsebene separat zu sehen.

wählte eingeführte Baumarten aus anderen Regionen außerhalb von Mitteleuropa empfohlen, die wissenschaftlich besonders abgesichert sind und für die langfristige Anbauerfahrungen in Deutschland vorliegen. Eingeführte Baumarten werden überwiegend als Beimischungen vor- gesehen.

Für das **Einbringen von Baumarten in Schutzgebieten** gelten die in der Schutzausweisung (bei FFH-Gebieten in Maßnahmenkonzepten) festgelegten besonderen Anforderungen (vgl. Kapitel 8.2). Zumeist dürfte dort eine Einbringung von ausschließlich oder überwiegend standort- bzw. gebietsheimischen (lebensraumtypischen) Baumarten vorgeschrieben werden. In FFH-Gebieten ist grundsätzlich kein Einbringen lebensraumfremder Baumarten zulässig.

Aufgrund der besonderen Situation der großflächigen Wiederbewaldungen auf den Kalamitätsflächen und angesichts der sich abzeichnenden großen Herausforderungen für die Waldbewirtschaftung im Klimawandel werden die im Waldbaukonzept NRW empfohlenen Baumarten im Wiederbewaldungskonzept um einige weitere Baumarten ergänzt.

Für einige grundsätzlich geeignete, aber noch nicht abschließend abgesicherte eingeführte Baumarten wird die **Möglichkeit eines experimentellen Einbringens** (bis zu insgesamt 10 % des Bestandesanteils) aufgezeigt.

Empfohlene Herkünfte

Bei der Verbesserung der Trockenresilienz zukünftiger Wälder kommt der sorgfältigen **Auswahl der Baumarten und ihrer Provenienzen (Herkünfte)** eine große Bedeutung zu. Als Herkunft werden Populationen oder Teilpopulationen von Baumarten mit genetischem Bezug zur ökologischen, vor allem klimatischen Situation ihres jeweiligen Wuchsraumes bezeichnet. Benachbarte Gebiete mit ähnlichen ökologischen Gegebenheiten werden zu sogenannten Herkunftsgebieten zusammengefasst. Für einen Anbauerfolg sollten Ernte- und Anbauort von forstlichem Saat- und Pflanzgut mindestens für eine Bestandesgeneration ausreichend ähnlich sein, damit sich der Bestand im Rahmen seiner genetischen Veranlagung stabil, werterwartend und anpassungsfähig entwickeln kann. Für den Aufbau von Wäldern im Klimawandel sollte eine entsprechende Standortdrift bei der Wahl der geeigneten Herkünfte berücksichtigt werden. Die Herkunftsempfehlungen geben Hinweise zu einem zielführenden Austausch von Saat- und Pflanzgut zwischen Ursprungs- bzw. Ernte- und Anbaugebieten.

Für die Wiederbewaldung der Kalamitätsflächen wurden die **Herkunftsempfehlungen für Nordrhein-Westfalen**

(LB WH NRW, 2011) um eine **Liste von Ersatzherkünften** (teils überregional) erweitert.

Wichtig ist bei der Auswahl von Herkünften, dass sich das Ursprungs- und Anbauggebiet und dessen künftige Standortbedingungen ausreichend ähnlich sind. In der Regel kann eine Verbringung von Vermehrungsgut aus einer tiefer gelegenen bzw. wärmeren Höhenzone in höhere bzw. noch kühlere Lagen sinnvoll sein, aber nicht umgekehrt. Eine eventuelle Verbringung von genetisch stark an Tieflandverhältnisse angepassten Herkünften ins Mittelgebirge bedarf allerdings aufgrund der teils erheblichen ökologischen Unterschiede einer besonderen Abwägung der Möglichkeiten und Risiken.

Bei den Herkunftsempfehlungen ist zu berücksichtigen, dass diese mit ihren zugrunde liegenden Anbauerfahrungen und aktiven Versuchsanstellungen, wie Provenienzversuchen, ein in der Vergangenheit liegendes Wuchsverhalten widerspiegeln. Trotzdem geben die gültigen Herkunftsempfehlungen sowie die aktuelle Liste der Ersatzherkünfte eine wichtige Orientierung bei der Herkunftswahl. Ihre Beachtung ist in der Regel eine Voraussetzung für forstliche Fördermaßnahmen.

Eine zielgerichtete, die genetische Anpassung und Anpassungsfähigkeit von Herkünften sowie die wahrscheinliche Standortdrift berücksichtigende Mischung verschiedener Herkünfte einer Baumart kann helfen, die Risiken der künftigen Bestandesgeneration zu minimieren. Der Kompromiss zwischen der geringeren Produktivität zugunsten einer langfristig verbesserten Trockenresilienz muss auf einigen Flächen akzeptiert werden und ist langfristig unter ökologischen und ökonomischen Aspekten die bessere Lösung.

Bei entsprechender Eignung können perspektivisch ggf. auch Herkünfte heimischer Baumarten aus anderen Regionen Europas (europäischer Kontaktbereich) eine Rolle spielen, um die genetische Vielfalt und damit die Anpassungsfähigkeit von Waldbaumpopulationen an klimatische Entwicklungen zu verbessern. So existieren hinsichtlich der Trockenheitstoleranz erhebliche Unterschiede zwischen den Provenienzen einer Art. Eingeführte Provenienzen aus Gebieten mit trockenen Sommern und kalten Wintern sind grundsätzlich am besten für die wärmer und trockener werdenden Bedingungen in Europa geeignet (z. B. Slawonische Eiche). Die Erweiterung der genetischen Basis durch die Ergänzung regionaler Herkünfte heimischer Baumarten um Herkünfte aus trocken-warmen, aber trotzdem frostharten Lagen wird in Zukunft möglicherweise eine größere Bedeutung erlangen.

5.3 SCHEMATA ZUR BESTANDESBEGRÜNDUNG

Die Empfehlungen zur Bestandesbegründung beinhalten **zehn exemplarische Schemata mit Varianten für ausgewählte Mischwälder**. Diese orientieren sich grundsätzlich an den Waldentwicklungstypen des Waldbaukonzeptes NRW (MULNV NRW, 2019), sind aber an die besondere Situation der Wiederbewaldung der großen Kalamitätsflächen angepasst. Die Pflanzschemata stellen waldbauliche Beispiele für den Aufbau und die langfristige Entwicklung von stabilen Mischbeständen auf Kalamitätsflächen dar. Die Schemata können Waldbesitzenden bei ihren Planungen und Maßnahmen als Orientierung dienen.

Alle Pflanzschemata sind nach standörtlichen, waldböko-logischen und forstwirtschaftlichen Gesichtspunkten aufgebaut. Maßgeblich für die Zusammenstellung der Baumarten in den Mischbeständen sind die standörtliche Eignung aufgrund der Standortansprüche der Baumarten, sowie das Wuchs- und Konkurrenzverhalten der Baumarten untereinander. Die angegebenen Mischungsanteile können im Laufe des Bestandeslebens zum ausgewählten Waldentwicklungstypen entwickelt werden (Jungwuchspflege, Mischwuchsregulierung).

Die angenommene Ausgangslage ist stets eine **Fichten-Kalamitätsfläche** ohne relevanten Restbestand und mit Fichten-Naturverjüngung, weiter Sukzession von Waldbäumen sowie Konkurrenzvegetation und zeitweisen Blößen. Die Schemata bestehen jeweils aus einer **grafischen Darstellung**, die als Beispiel für einen Pflanzplan dienen können, sowie einer **Tabelle mit Kennwerten** inkl. Kostenangaben.

Die in der grafischen Darstellung enthaltenen Flächenbestandteile wie Sukzessionsbereiche, Blößen und Vegetationsflächen, bereits auf der Fläche vorhandene Fichten-Naturverjüngung, Bachläufe oder die Erschließung sollen der Veranschaulichung dienen. Der Abstand der Pflege-pfade ist aus Gründen der Arbeitssicherheit mit 20 m vorgesehen. Bereits vorhandene Rückegassen sollten in der Erschließung integriert bleiben. Die für eine ausreichende Jagdintensität notwendige Infrastruktur (Ansitzmöglichkeiten und Schussschneisen) sind zur Veranschaulichung in die Übersichten der Pflanzschemata integriert. Aufgrund ihrer wichtigen Funktion ist die Anlage von Waldrändern ebenfalls beispielhaft dargestellt.

Die den Pflanzschemata zugeordneten Tabellenübersichten beinhalten alle wichtigen Informationen für die Pflanzung (Größe, Pflanzverband, Anzahl der benötigten Pflanzen). Diese Übersichten beinhalten die notwendigen Basisinformationen, um eine individuelle Entscheidung für den passenden Waldentwicklungstyp zu unterstützen.

Die Darstellung der aktuellen Kosten kann dem Waldbesitz als wichtige Entscheidungshilfe dienen. Die angegebenen Richtwerte für den Zeitaufwand in der Kulturpflege sind der Beseitigung von Vergrasung, Brombeere, Adlerfarn, Himbeere und ggf. dem Zurückdrängen überzähliger standortferner Fichten-Naturverjüngung zugeordnet.

Auf der Grundlage verschiedener Standortbedingungen und Ziele für den zukünftigen Waldbestand werden für **Laubmischwälder und Nadelmischwälder** sowie für **verschiedene räumliche Bezugsgrößen (1 ha, ab 2 ha und ab 10 ha)** konkrete Umsetzungsmöglichkeiten für die waldbaulich sinnvolle Kombination vorhandener Naturverjüngung und gezielter ergänzender Pflanzung gewünschter weiterer Baumarten skizziert.

Die **Pflanzbereiche** sind so angelegt, dass die Erhaltung der Baumartenzusammensetzung bis zum angestrebten Waldentwicklungstypen in späteren Waldentwicklungsphasen möglich ist. Der Aufbau der Mischbestände mit möglichst mindestens vier Baumarten (inkl. Nebenbaumarten) soll angesichts der Risiken im Klimawandel die Stabilität und Resilienz der Bestände erhöhen. Die mosaikartige, kleinflächige Mischung der Pflanzeinheiten dient der Erhaltung der prägenden Haupt- und dienenden Mischbaumarten durch die Minimierung der Konkurrenz der Baumarten untereinander im Zuge der weiteren Bestandesentwicklung.

Für die räumliche Bezugsgröße 1 ha werden für die **Pflanzung Teilflächen von 200 m² bis 1.000 m²** empfohlen. Für Flächen ab 2 ha werden für Hauptbaumarten wie Eiche, Buche, Kiefer oder Douglasie für die Pflanzung auch Teilflächen bis **3.000 m²** vorgesehen. Die Mischung der ergänzenden bzw. dienenden Nebenbaumarten sollte stets truppweise bis horstweise erfolgen.

Aufgrund der Bedeutung eines Vorwaldes zur Sicherung und Qualitätsförderung von Kulturen auf großen Freiflächen sind auch Schemata mit der vorherigen Anlage eines **künstlichen Vorwaldes** (z. B. Schwarzerle oder Europäische Lärche) enthalten, hier vor allem zur Vorbereitung der Pflanzung von Schattbaumarten (vornehmlich Buche). Je nach Standort kann die Kulturbegründung mit den Zielbaumarten dann nach ca. drei bis fünf Jahren erfolgen.

Es sind auch Schemata mit einem noch geringeren Anteil der aktiven Pflanzung (**extensive Begründung**) enthalten (s. Schemata 8 und 9). Hierbei ist zu beachten, dass je geringer die Flächenanteile der Zielbaumarten bei der Bestandesbegründung sind, desto wichtiger die sorgfälti-

ge Jungwuchspflege ist, um die eingebrachten Baumarten zu erhalten.

Die Empfehlungen lassen sich auch auf eine **größere Kalamitätsfläche mit unterschiedlichen Standorten** beziehen. Skizzenhaft ist dies in Schema 10 dargestellt. Hierbei sind Pflanzbereiche für die dominierenden Hauptbaumarten bzw. die prägenden Nebenbaumarten horstweise

(700–3.000 m²) oder kleinflächig (3.000–5.000 m²) und für die dienenden Mischbaumarten bzw. Begleitbaumarten truppweise (bis 200 m²) bzw. gruppenweise (200–700 m²) vorgesehen. Der Anteil der bepflanzten Fläche liegt im Beispiel bei ca. 70 %, der Anteil der Fichte aus Naturverjüngung beträgt ca. 20 %, weitere 10 % liegen bei der Sukzession (Birke, Vogelbeere, offene Bereiche).

Beispielhafte Schemata zur Bestandesbegründung auf Fichten-Kalamitätsflächen

1. Traubeneichen-Mischwald (Bezugsgröße 1 ha)
- 2a. Stieleichen-Mischwald (Bezugsgröße 1 ha)
- 2b. Stieleichen-Mischwald (Bezugsgröße ab 2 ha)
3. Edellaubholz-Mischwald (Bezugsgröße 1 ha)
- 4a. Douglasien-Mischwald (Bezugsgröße 1 ha)
- 4b. Douglasien-Mischwald (Bezugsgröße ab 2 ha)
5. Kiefern-Mischwald (Bezugsgröße 1 ha)
- 6a. Künstlicher Vorwald für Buchen-Mischwald (Bezugsgröße 1 ha)
- 6b. Buchen-Mischwald mit künstlichem Vorwald (Laubholz-Schwerpunkt, Bezugsgröße 1 ha)
- 6c. Buchen-Mischwald mit künstlichem Vorwald (mit Nadelholz, Bezugsgröße 1 ha)
7. Fichten-Mischwald (Bezugsgröße 1 ha)
8. Laubholz-Mischwald (extensiv, Bezugsgröße 1 ha)
9. Douglasien-Mischwald (extensiv, Bezugsgröße 1 ha)
10. Mischwald (mit verschiedenen Standorttypen, Bezugsgröße ab 10 ha)






Baumarten in den Schemata

Abkürzung	Baumart	Abkürzung	Baumart
BAh	Bergahorn – <i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Nuss	Schwarznuß – <i>Juglans nigra</i> L.
Bu	Rotbuche – <i>Fagus sylvatica</i> L.	REi	Roteiche – <i>Quercus rubra</i> L.
Dgl	Douglasie – <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.)	SAh	Spitzahorn – <i>Acer platanoides</i> L.
EKa	Esskastanie – <i>Castanea sativa</i> Mill.	SBi	Sandbirke – <i>Betula pendula</i> Roth.
ELä	Europäische Lärche – <i>Larix decidua</i> Mill.	SEi	Stieleiche – <i>Quercus robur</i> L.
Fi	Fichte – <i>Picea abies</i> (L.) Karst.	SER	Schwarzerle – <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.
FIU	Flatterulme – <i>Ulmus laevis</i> Pall.	TEi	Traubeneiche – <i>Quercus petraea</i> (Matt.) L.
KTa	Große Küstentanne – <i>Abies grandis</i> Lindl.	VKi	Vogelkirsche – <i>Prunus avium</i> L.
HBu	Hainbuche – <i>Carpinus betulus</i> L.	WTa	Weißtanne – <i>Abies alba</i> Mill.
Ki	Kiefer – <i>Pinus sylvestris</i> L.	WLi	Winterlinde – <i>Tilia cordata</i> Mill.
MBi	Moorbirke – <i>Betula pubescens</i> Ehrh.		






1. BEISPIELHAFTES SCHEMA ZUR BEGRÜNDUNG EINES TRAUBENEICHEN-MISCHWALDES AUF EINER FICHTEN-KALAMITÄTSFLÄCHE

Bezugsgröße 1 ha



				
Etablierte Fichten-Naturverjüngung	Blöße, Vegetation (Gras, Brombeere, Adlerfarn)	Sukzession von Pionierbaumarten (Birke, Vogelbeere, Aspe etc.)	Waldrandgestaltung (Straucharten etc.)	Jagdliche Einrichtung

Strukturelle Pflanzeinheiten des Schemas

Traubeneiche	10 x	Spitzahorn	1 x	Spitzahorn	1 x	Vogelkirsche	3 x	Esskastanie	3 x
									
500 m ² (20 x 25 m) Verband: 2 x 1 m Pflanzen: 250 Stk.		500 m ² (20 x 25 m) Verband: 3 x 1 m Pflanzen: 167 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 1 m Pflanzen: 67 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 1,5 m Pflanzen: 44 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 2 m Pflanzen: 33 Stk.	

Ausgewählte beispielhafte Kennwerte zum Schema

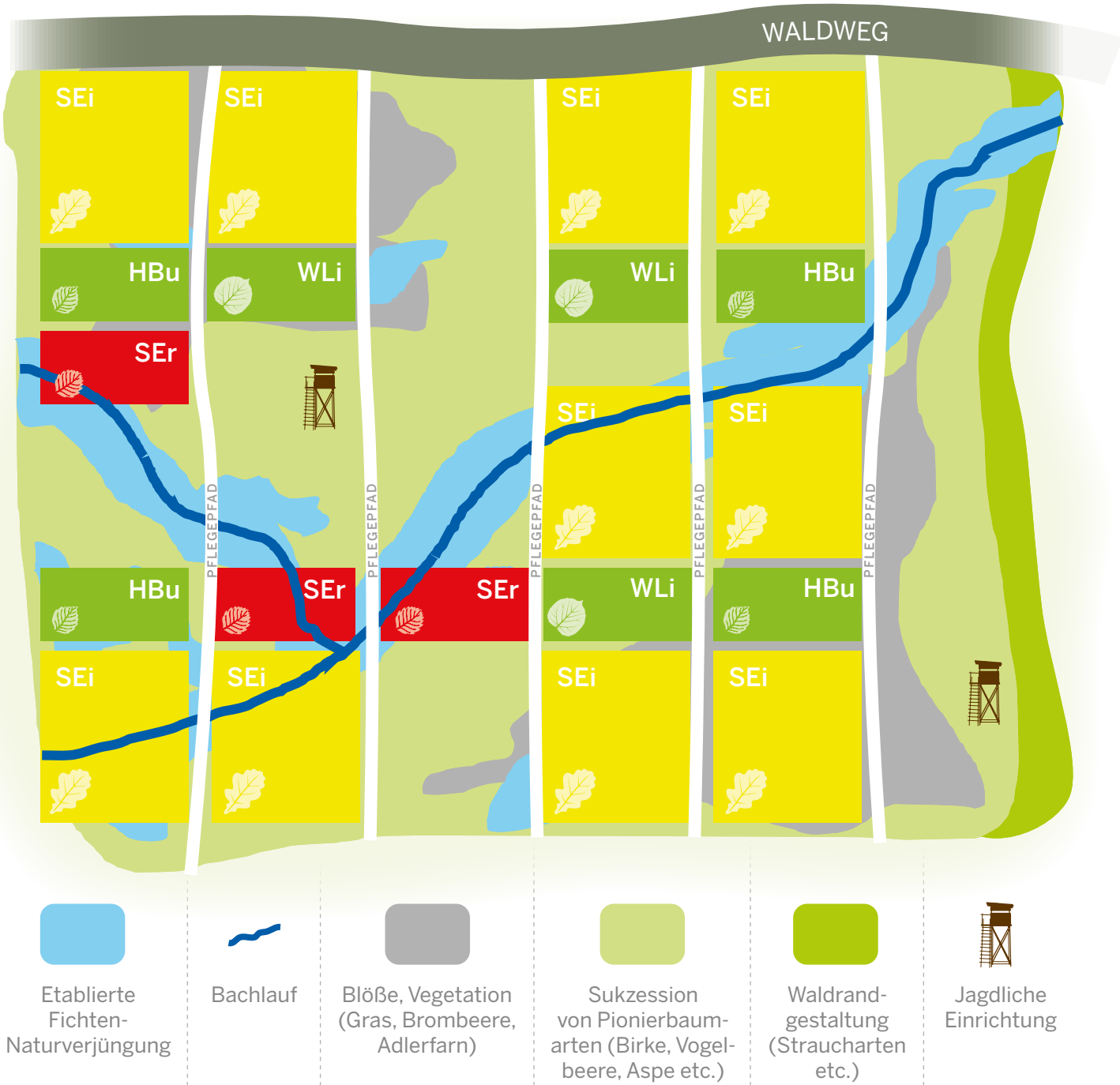
Standort	mäßig frisch bis mäßig trocken, mesotroph bis eutroph, mind. 130 Tage Vegetationszeit				
Bestandesziel	Traubeneichen-Mischwald (in Anlehnung an Waldentwicklungstyp 13 *)				
Baumarten		Flächenanteile (bezogen auf 1 ha)	Pflanzung (Stückzahl, Verband, Sortiment)	Pflanzkosten (Pflanzgut u. Pflanzung)	Pflanzenschutz
Hauptbaumart	TEi	5.000 m ²	2.500/ha, 2 x 1 m, 30/50	0,90 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 1	SAh	700 m ²	233/ha, 3 x 1 m, 50/80	0,60 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 2	VKi	600 m ²	133/ha, 3 x 1,5 m, 50/80	1,10 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 3	EKa*	600 m ²	100/ha, 3 x 2 m, 50/80	1,80 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Weitere Begleitbaumarten	Fi	bis 1.000 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
	Bi	bis 1.000 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
Blöße/Vegetation		bis 1.000 m ²	Brombeere, Gras, etc.		
Flächenanteile (von 10.000 m²)	Pflanzung: bis 6.900 m ²		Laubholz: bis 7.900 m ²	Nadelholz: bis 1.000 m ²	
Kritischer Zeitkorridor	2–3 Jahre nach Kalamität				
Pflanzverfahren	Pflanzverfahren angepasst an Wurzel Ausbildung und Boden, z. B. Neheimer Pflanzverfahren, Hohlspaten, Rhodener Pflanzverfahren				
Kosten (allgemeine und unverbindliche Kostenangaben nach Veröffentlichungen und Preislisten mit Stand bis zum Jahr 2020, alle Angaben inkl. MwSt):					
Pflanzgut und Pflanzung	Pflanzkosten 4.199 €/ha				
Kulturpflege	Ø 735 € je ha/je Eingriff				
Waldschutz Anfälligkeit für Wildschäden ohne Schutz: sehr hoch	Wuchshülle + Stab 4,50 €/Stk., Hordengatter ca. 17 €/lfm, Drahtgeflechtzaun 8-10 €/lfm (zzgl. Abbau)				
Kulturpflege	15–20 Stunden je ha/je Eingriff, 3-6 Eingriffe im Jahrzehnt Kostensatz: 42 €/Std.				
Unterbau	Einbringung von Schattbaumarten (WLi, HBU, BU) zur Schattpflege der Eiche (ca. im Alter TEi 80 Jahre) erforderlich (ca. 1.250 Stk./ha, Verband 2 x 4 m)				




* Farbliche Kennzeichnung der Kompatibilität der Waldentwicklungstypen mit Waldlebensraumtypen der FFH-RL, bezüglich der Baumartenmischung bzw. der Höhenstufe (= voll, = eingeschränkt, = keine), verpflichtend für Wald-LRT in FFH-Gebieten (in FFH-Gebieten zudem grundsätzlich kein Einbringen lebensraumfremder Baumarten – daher dort kein Einbringen der hier im Schema enthaltenen Esskastanie).

Quelle: Heile, Stiehl und Weller, unveröffentlicht

2A. BEISPIELHAFTES SCHEMA ZUR BEGRÜNDUNG EINES STIELEICHEN-MISCHWALDES AUF EINER FICHTEN-KALAMITÄTSFLÄCHE

Bezugsgröße 1 ha



Strukturelle Pflanzeinheiten des Schemas							
Stieleiche	10 x	Hainbuche	4 x	Winterlinde	3 x	Schwarzerle	3 x
							
500 m ² (20 x 25 m) Verband: 2 x 1 m Pflanzen: 250 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 1 m Pflanzen: 66 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 1 m Pflanzen: 66 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 1,5 m Pflanzen: 44 Stk.	

Ausgewählte beispielhafte Kennwerte zum Schema

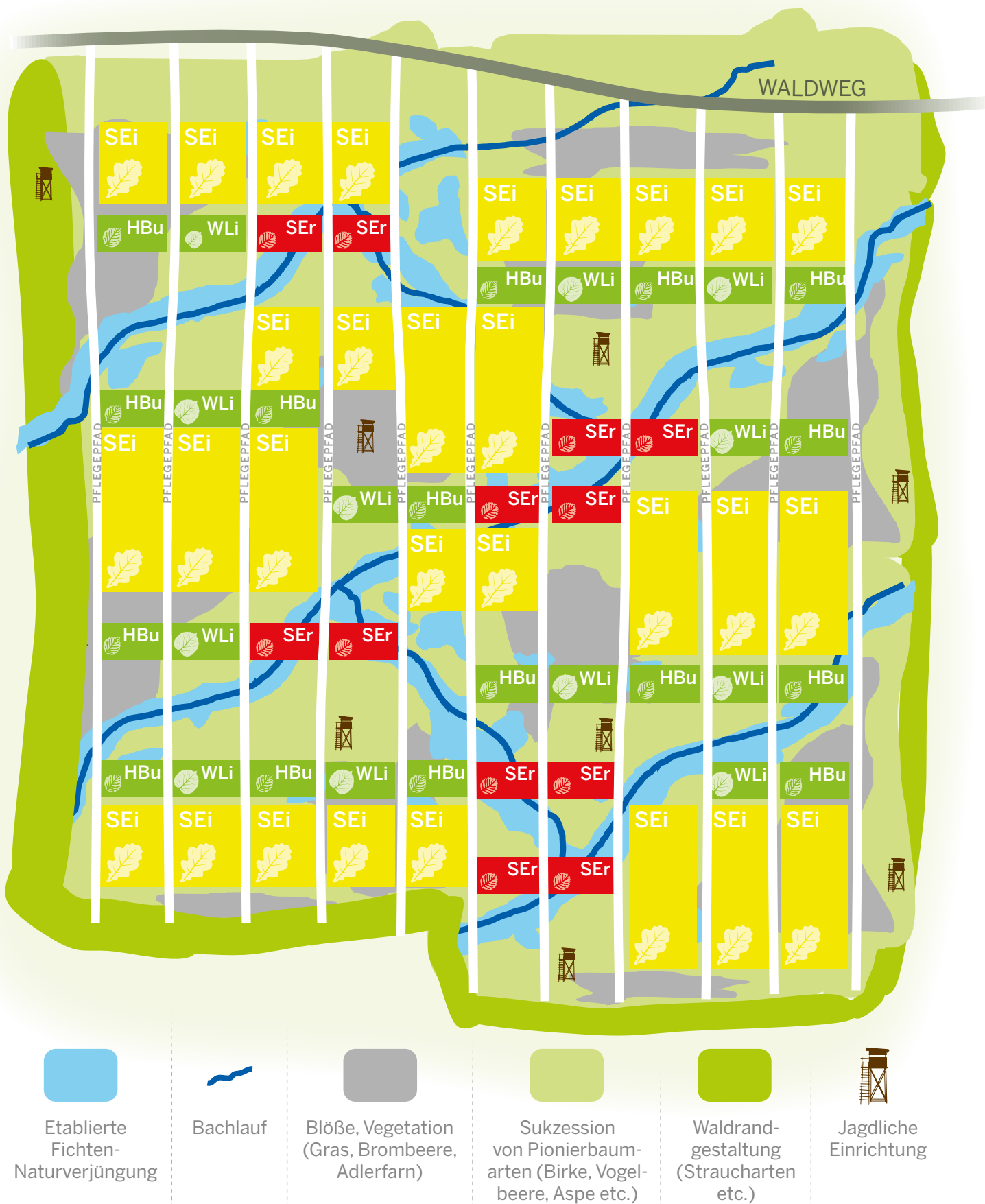
Standort	sehr frisch bis mäßig frisch, grundfeucht bis grundfrisch oder wechselfeucht bis mäßig wechselfeucht, schwach mesotroph bis eutroph, mind. 130 Tage Vegetationszeit				
Bestandesziel	Traubeneichen-Mischwald (in Anlehnung an Waldentwicklungstyp 12 *)				
Baumarten		Flächenanteile (bezogen auf 1 ha)	Pflanzung (Stückzahl, Verband, Sortiment)	Pflanzkosten (Pflanzgut u. Pflanzung)	Pflanzenschutz
Hauptbaumart	SEi	5.000 m ²	2.500/ha, 2 x 1 m, 30/50	1,00 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 1	HBu	800 m ²	267/ha, 3 x 1 m, 50/80	0,90 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 2	WLi	600 m ²	200/ha, 3 x 1 m, 30/50	1,80 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 3	SEr	600 m ²	133/ha, 3 x 1,5 m, 30/50	0,66 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Weitere Begleitbaumarten	Fi	bis 1.000 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
	Bi	bis 1.000 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
Blöße/Vegetation		bis 1.000 m ²	Brombeere, Gras, etc.		
Flächenanteile (von 10.000 m²)	Pflanzung: bis 7.000 m ²		Laubholz: bis 8.000 m ²	Nadelholz: bis 1.000 m ²	
Kritischer Zeitkorridor	2–3 Jahre nach Kalamität				
Pflanzverfahren	Pflanzverfahren angepasst an Wurzel Ausbildung und Boden, z. B. Neheimer Pflanzverfahren, Hohlspaten, Rhodener Pflanzverfahren				
Kosten (allgemeine und unverbindliche Kostenangaben nach Veröffentlichungen und Preislisten mit Stand bis zum Jahr 2020, alle Angaben inkl. MwSt):					
Pflanzgut und Pflanzung	Pflanzkosten 4.738 €/ha				
Kulturpflege	Ø 735 € je ha/je Eingriff				
Waldschutz Anfälligkeit für Wildschäden ohne Schutz: sehr hoch	Wuchshülle + Stab 4,50 €/Stk., Hordengatter ca. 17 €/lfm, Drahtgeflechtzaun 8–10 €/lfm (zzgl. Abbau)				
Kulturpflege	15–20 Stunden je ha/je Eingriff, 3–6 Eingriffe im Jahrzehnt Kostensatz: 42 €/Std.				
Unterbau	Einbringung von Hainbuche bzw. Winterlinde zur Schaftpflege der Eichen (ggf. ab Alter SEi 80 Jahre) sinnvoll (ca. 1.250 Stk./ha, Verband 2 x 4 m)				

* Farbliche Kennzeichnung der Kompatibilität der Waldentwicklungstypen mit Waldlebensraumtypen der FFH-RL, bezüglich der Baumartenmischung bzw. der Höhenstufe (■ = voll, ■ = eingeschränkt, ■ = keine), verpflichtend für Wald-LRT in FFH-Gebieten (in FFH-Gebieten zudem grundsätzlich kein Einbringen lebensraumfremder Baumarten).

Quelle: Heile, Stiehl und Weller, unveröffentlicht

2B. BEISPIELHAFTES SCHEMA ZUR BEGRÜNDUNG EINES STIELEICHEN-MISCHWALDES AUF EINER FICHTEN-KALAMITÄTSFLÄCHE

Bezugsgröße ab 2 ha

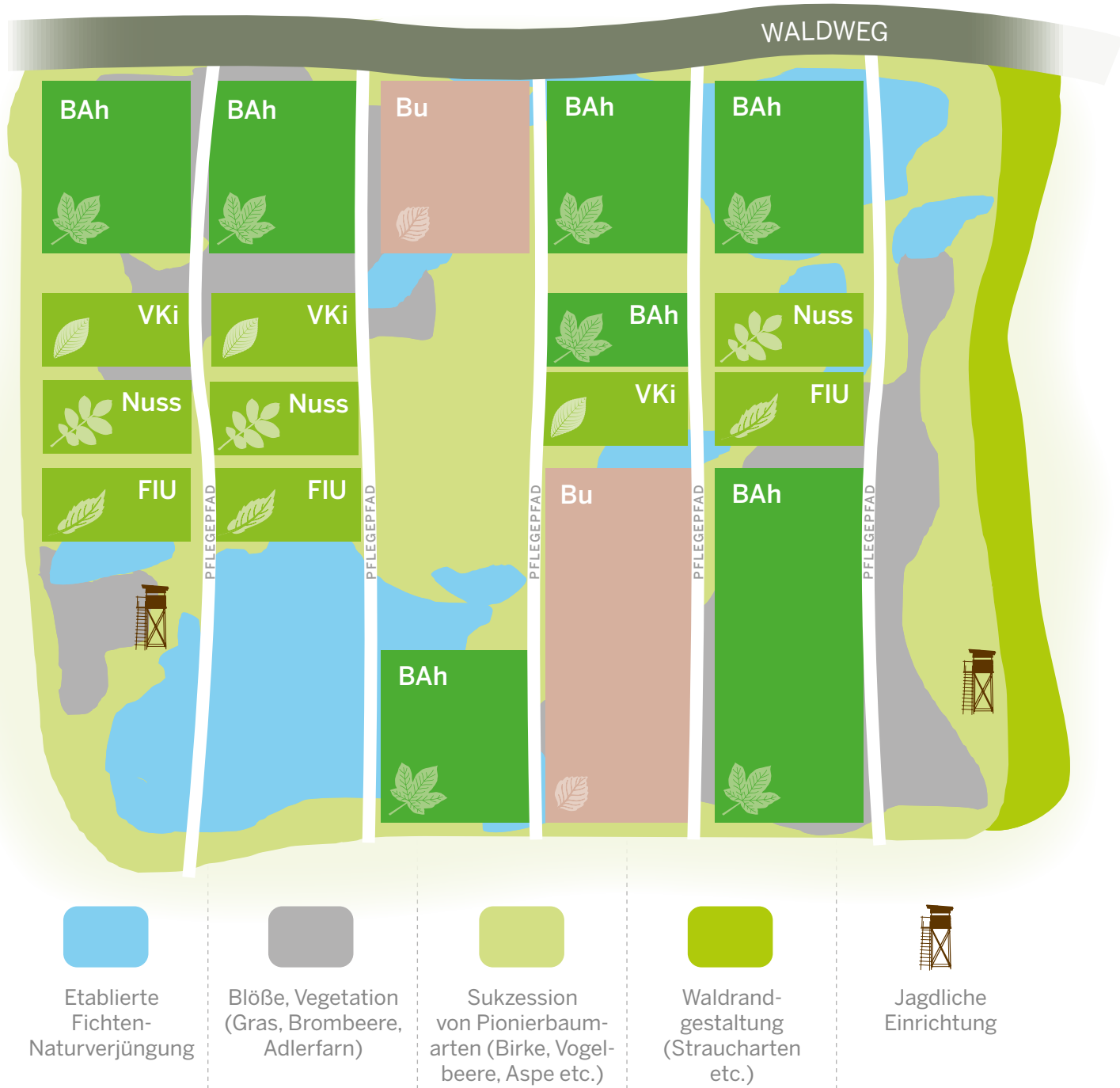


Quelle: Heile, Stielh und Weller, unveröffentlicht



3. BEISPIELHAFTES SCHEMA ZUR BEGRÜNDUNG EINES EDELLAUBHOLZ-MISCHWALDES AUF EINER FICHTEN-KALAMITÄTSFLÄCHE

Bezugsgröße 1 ha



Strukturelle Pflanzeinheiten des Schemas

Bergahorn 7 x	Rotbuche 3 x	Bergahorn 1 x	Flatterulme 3 x	Vogelkirsche 3 x	Nuss 3 x
500 m ² (20 x 25 m) Verband: 3 x 1 m Pflanzen: 167 Stk.	500 m ² (20 x 25 m) Verband: 2 x 1 m Pflanzen: 250 Stk.	200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 1 m Pflanzen: 67 Stk.	200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 1 m Pflanzen: 67 Stk.	200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 1,5 m Pflanzen: 44 Stk.	200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 4 m Pflanzen: 17 Stk.

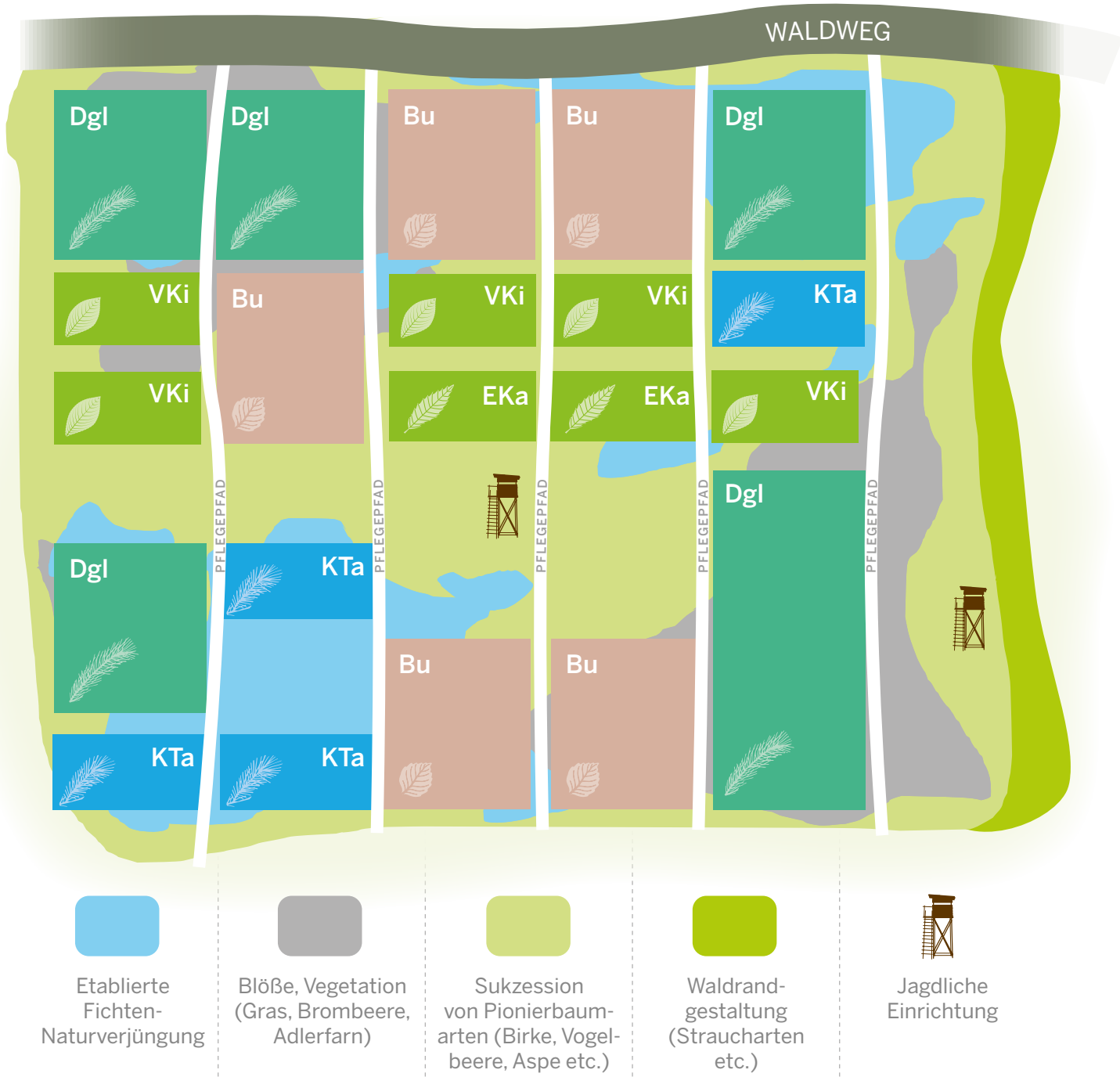
Ausgewählte beispielhafte Kennwerte zum Schema

Standort	sehr frisch bis frisch oder grundfrisch bis grundfeucht, mesotroph bis eutroph, mind. 130 Tage Vegetationszeit				
Bestandesziel	Edellaubholz-Mischwald (in Anlehnung an Waldentwicklungstyp 32 *)				
Baumarten		Flächenanteile (bezogen auf 1 ha)	Pflanzung (Stückzahl, Verband, Sortiment)	Pflanzkosten (Pflanzgut u. Pflanzung)	Pflanzenschutz
Hauptbaumart	BAh	3.700 m ²	1.233/ha, 3 x 1 m, 30/50	1,10 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 1	Bu	1.500 m ²	750/ha, 2 x 1 m, 50/80	0,55 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 2	FIU	600 m ²	200/ha, 3 x 1 m, 50/80	1,90 € + 0,50 €	Hordengatter, Einzelschutz
Begleitbaumart 3	Nuss*	600 m ²	50/ha, 3 x 4 m, 50/80	1,80 € + 0,50 €	Hordengatter, Einzelschutz
Nebenbaumart 4	VKi	600 m ²	133/ha, 3 x 1,5 m, 30/50	1,10 € + 0,50 €	Hordengatter, Einzelschutz
Weitere Begleitbaumarten	Fi	bis 1.000 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
	Bi	bis 1.000 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
Blöße/Vegetation		bis 1.000 m ²	Brombeere, Gras, etc.		
Flächenanteile (von 10.000 m²)	Pflanzung: bis 7.000 m ²		Laubholz: bis 8.000 m ²	Nadelholz: bis 1.000 m ²	
Kritischer Zeitkorridor	2–3 Jahre nach Kalamität				
Pflanzverfahren	Pflanzverfahren angepasst an Wurzel Ausbildung und Boden, z. B. Neheimer Pflanzverfahren, Hohlspaten, Rhodener Pflanzverfahren				
Kosten (allgemeine und unverbindliche Kostenangaben nach Veröffentlichungen und Preislisten mit Stand bis zum Jahr 2020, alle Angaben inkl. MwSt):					
Pflanzgut und Pflanzung	Pflanzkosten 3.569 €/ha				
Kulturpflege	Ø 735 € je ha/je Eingriff				
Waldschutz Anfälligkeit für Wildschäden ohne Schutz: sehr hoch	Wuchshülle + Stab 4,50 €/Stk., Hordengatter ca. 17 €/lfm, Drahtgeflechtzaun 8–10 €/lfm (zzgl. Abbau)				
Kulturpflege	15–20 Stunden je ha/je Eingriff, 3–6 Eingriffe im Jahrzehnt Kostensatz: 42 €/Std.				

* Farbliche Kennzeichnung der Kompatibilität der Waldentwicklungstypen mit Waldlebensraumtypen der FFH-RL, bezüglich der Baumartenmischung bzw. der Höhenstufe (= voll, = eingeschränkt, = keine), verpflichtend für Wald-LRT in FFH-Gebieten (in FFH-Gebieten zudem grundsätzlich kein Einbringen lebensraumfremder Baumarten – daher dort kein Einbringen der hier im Schema enthaltenen Schwarznuss/Walnuss).

4A. BEISPIELHAFTES SCHEMA ZUR BEGRÜNDUNG EINES DOUGLASIEN-MISCHWALDES AUF EINER FICHTEN-KALAMITÄTSFLÄCHE

Bezugsgröße 1 ha



Strukturelle Pflanzeinheiten des Schemas

Douglasie	6 x	Rotbuche	5 x	Küstentanne	4 x	Vogelkirsche	5 x	Esskastanie	2 x
500 m ² (20 x 25 m) Verband: 2,5 x 2 m Pflanzen: 100 Stk.		500 m ² (20 x 25 m) Verband: 2 x 1 m Pflanzen: 250 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 2,5 x 2 m Pflanzen: 40 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 1,5 m Pflanzen: 44 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 2 m Pflanzen: 33 Stk.	

Ausgewählte beispielhafte Kennwerte zum Schema

Standort	frisch bis mäßig frisch oder grundfrisch, mesotroph bis schwach mesotroph, mind. 120 Tage Vegetationszeit				
Bestandesziel	Douglasien-Mischwald (in Anlehnung an Waldentwicklungstyp 92 / 96 *)				
Baumarten		Flächenanteile (bezogen auf 1 ha)	Pflanzung (Stückzahl, Verband, Sortiment)	Pflanzkosten (Pflanzgut u. Pflanzung)	Pflanzenschutz
Hauptbaumart	Dgl	3.000 m ²	600/ha, 2,5 x 2 m, 40/60	1,30 € + 0,50 €	Fegeschutz, Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 1	Bu	2.500 m ²	1.250/ha, 2 x 1 m, 50/80	0,55 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 2	VKi	1.000 m ²	222/ha, 3 x 1,5 m, 30/50	1,10 € + 0,50 €	Hordengatter, Einzelschutz
Begleitbaumart 3	Kta	800 m ²	160/ha, 2,5 x 2 m, 30/50	1,30 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 4	EKa	400 m ²	67/ha, 3 x 2 m, 50/80	1,80 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Weitere Begleitbaumarten	Fi	bis 1.000 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
	Bi	bis 1.000 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
Blöße/Vegetation		bis 800 m ²	Brombeere, Gras, etc.		
Flächenanteile (von 10.000 m²)	Pflanzung: bis 7.700 m ²		Laubholz: bis 4.900 m ²	Nadelholz: bis 4.800 m ²	
Kritischer Zeitkorridor	3–5 Jahre nach Kalamität				
Pflanzverfahren	Pflanzverfahren angepasst an Wurzelentwicklung und Boden, z. B. Neheimer Pflanzverfahren, Hohlspaten, Rhodener Pflanzverfahren (Containerpflanzung bei Dgl und Kta kann auch mit den oben beschriebenen Verfahren durchgeführt werden)				
Kosten (allgemeine und unverbindliche Kostenangaben nach Veröffentlichungen und Preislisten mit Stand bis zum Jahr 2020, alle Angaben inkl. MwSt):					
Pflanzgut und Pflanzung	Pflanzkosten 3.190 €/ha				
Kulturpflege	Ø 525 € je ha/je Eingriff				
Waldschutz Anfälligkeit für Wildschäden ohne Schutz: sehr hoch	Wuchshülle + Stab 4,50 €/Stk., Hordengatter ca. 17 €/lfm, Drahtgeflechtzaun 8–10 €/lfm (zzgl. Abbau)				
Kulturpflege	10–15 Stunden je ha/je Eingriff, 1–3 Eingriffe im Jahrzehnt Kostensatz: 42 €/Std.				

* Farbliche Kennzeichnung der Kompatibilität der Waldentwicklungstypen mit Waldlebensraumtypen der FFH-RL, bezüglich der Baumartenmischung bzw. der Höhenstufe (= voll, = eingeschränkt, = keine), verpflichtend für Wald-LRT in FFH-Gebieten (in FFH-Gebieten zudem grundsätzlich kein Einbringen lebensraumfremder Baumarten).

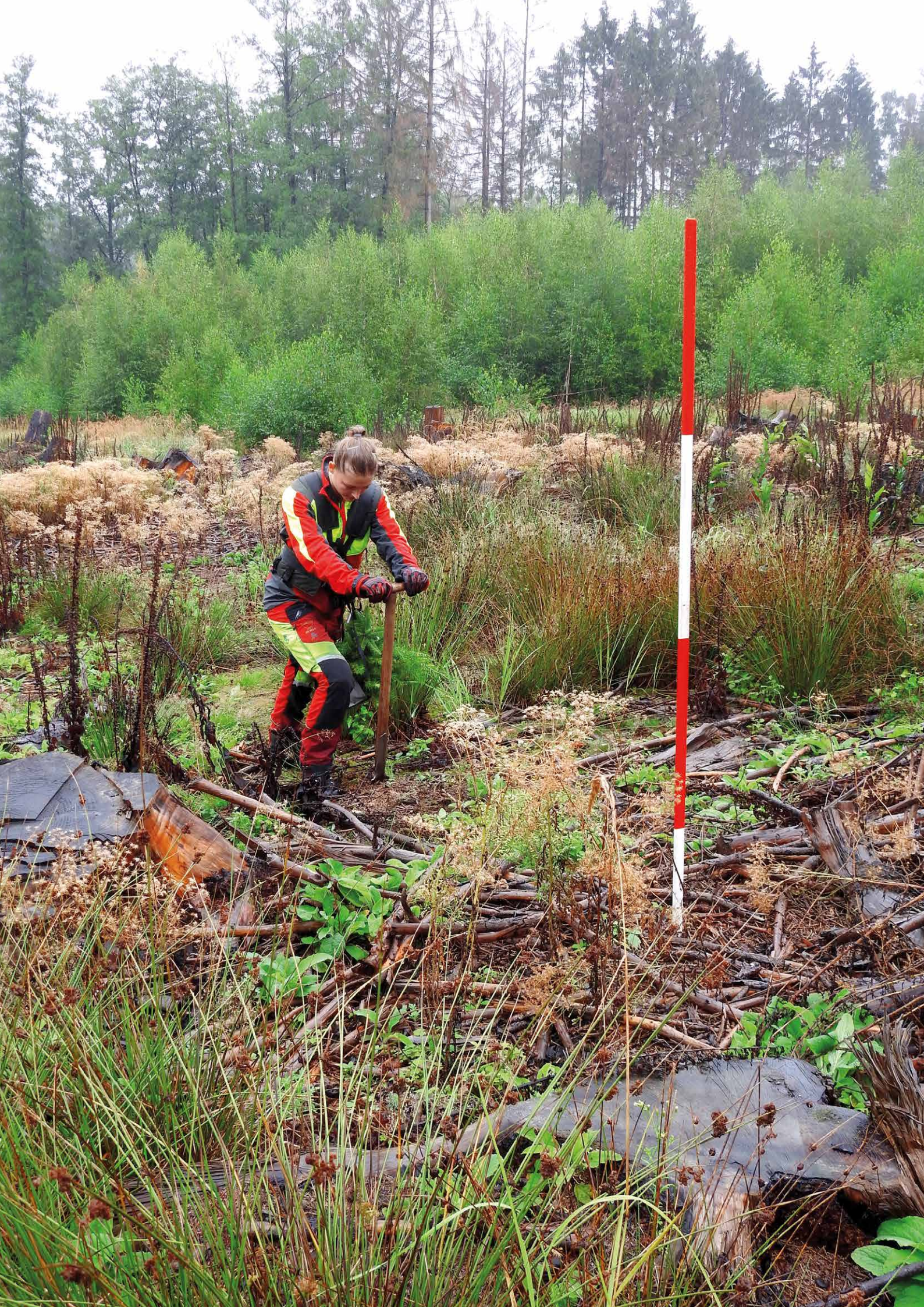
Quelle: Heile, Stiehl und Weller, unveröffentlicht

4B. BEISPIELHAFTES SCHEMA ZUR BEGRÜNDUNG EINES DOUGLASIEN-MISCHWALDES AUF EINER FICHTEN-KALAMITÄTSFLÄCHE

Bezugsgröße ab 2 ha

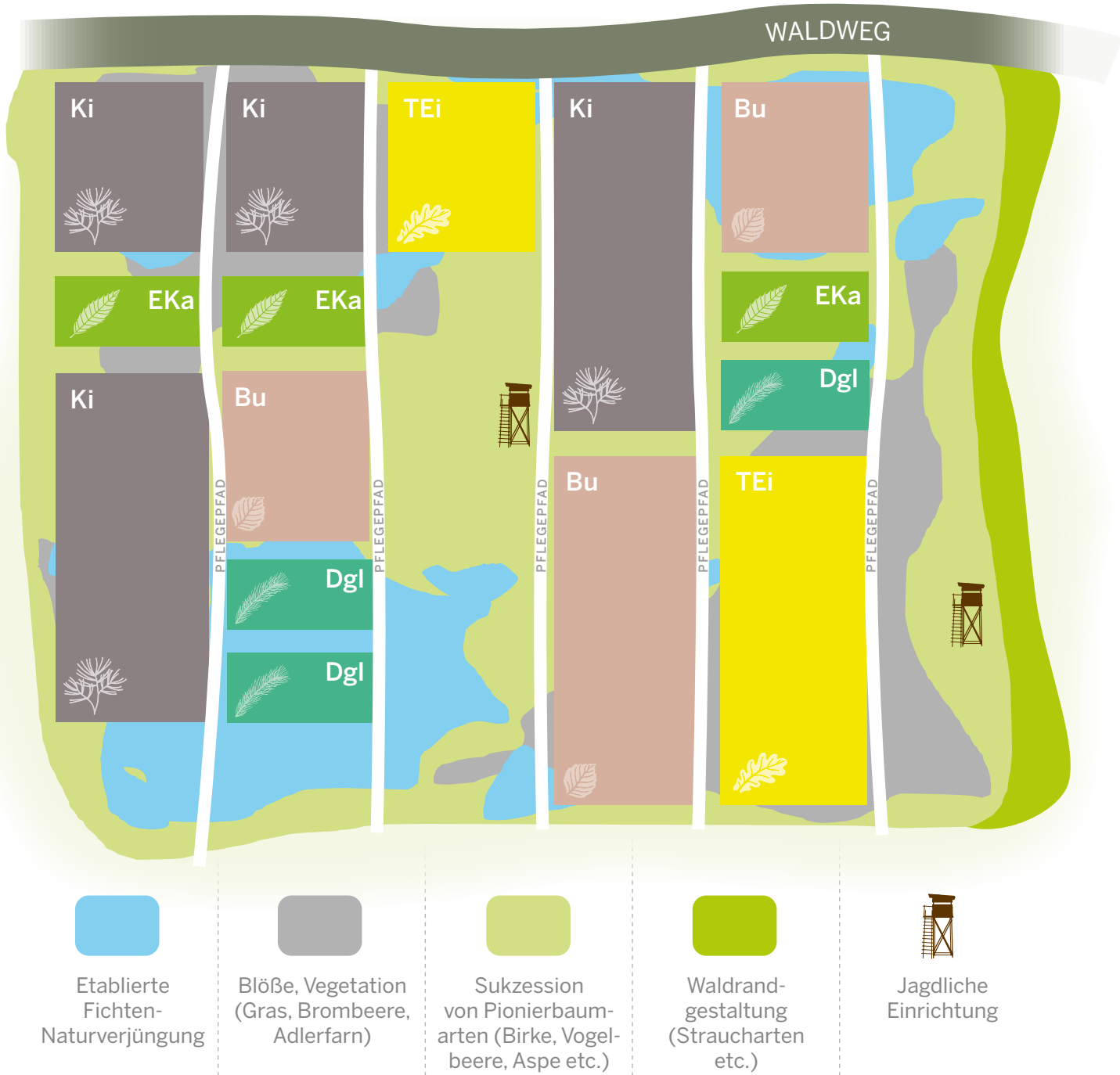


Quelle: Heile, Stieh und Weller, unveröffentlicht



5. BEISPIELHAFTES SCHEMA ZUR BEGRÜNDUNG EINES KIEFERN-MISCHWALDES AUF EINER FICHTEN-KALAMITÄTSFLÄCHE

Bezugsgröße 1 ha



Strukturelle Pflanzeinheiten des Schemas									
Kiefer	6 x	Rotbuche	4 x	Traubeneiche	3 x	Douglasie	3 x	Esskastanie	3 x
Ki		Bu		TEi		Dgl		EKa	
500 m ² (20 x 25 m) Verband: 2 x 1 m Pflanzen: 250 Stk.		500 m ² (20 x 25 m) Verband: 2 x 1 m Pflanzen: 250 Stk.		500 m ² (20 x 25 m) Verband: 2 x 1 m Pflanzen: 250 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 2,5 x 2 m Pflanzen: 40 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 2 m Pflanzen: 33 Stk.	

Ausgewählte beispielhafte Kennwerte zum Schema

Standort	frisch bis mäßig trocken oder grundfrisch, mesotroph bis schwach mesotroph, mind. 140 Tage Vegetationszeit				
Bestandesziel	Kiefern-Mischwald (in Anlehnung an Waldentwicklungstyp 62 / 69 *)				
Baumarten		Flächenanteile (bezogen auf 1 ha)	Pflanzung (Stückzahl, Verband, Sortiment)	Pflanzkosten (Pflanzgut u. Pflanzung)	Pflanzenschutz
Hauptbaumart	Ki	3.000 m ²	1.500/ha, 2 x 1 m, 30/50	0,60 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 1	Bu	2.000 m ²	1.000/ha, 2 x 1 m, 50/80	0,55 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 2	TEi	1.500 m ²	750/ha, 2 x 1 m, 30/50	0,90 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 3	Dgl	600 m ²	120/ha, 2,5 x 2 m, 40/60	1,30 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Begleitbaumart 4	EKa	600 m ²	100/ha, 3 x 2 m, 50/80	1,80 € + 0,50 €	Hordengatter, Einzelschutz
Weitere Begleitbaumarten	Fi	bis 1.000 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
	Bi	bis 1.000 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
Blöße/Vegetation		bis 1.000 m ²	Brombeere, Gras, etc.		
Flächenanteile (von 10.000 m²)	Pflanzung: bis 7.700 m ²		Laubholz: bis 5.100 m ²	Nadelholz: bis 4.600 m ²	
Kritischer Zeitkorridor	3–5 Jahre nach Kalamität				
Pflanzverfahren	Pflanzverfahren angepasst an Wurzel Ausbildung und Boden, z. B. Neheimer Pflanzverfahren, Hohlspaten, Rhodener Pflanzverfahren (Containerpflanzung bei Dgl kann auch mit den oben beschriebenen Verfahren durchgeführt werden)				
Kosten (allgemeine und unverbindliche Kostenangaben nach Veröffentlichungen und Preislisten mit Stand bis zum Jahr 2020, alle Angaben inkl. MwSt):					
Pflanzgut und Pflanzung	Pflanzkosten 4.196 €/ha				
Kulturpflege	Ø 525 € je ha/je Eingriff				
Waldschutz Anfälligkeit für Wildschäden ohne Schutz: sehr hoch	Wuchshülle + Stab 4,50 €/Stk., Hordengatter ca. 17 €/lfm, Drahtgeflechtzaun 8–10 €/lfm (zzgl. Abbau)				
Kulturpflege	10–15 Stunden je ha/je Eingriff, 1–3 Eingriffe im Jahrzehnt Kostensatz: 42 €/Std.				

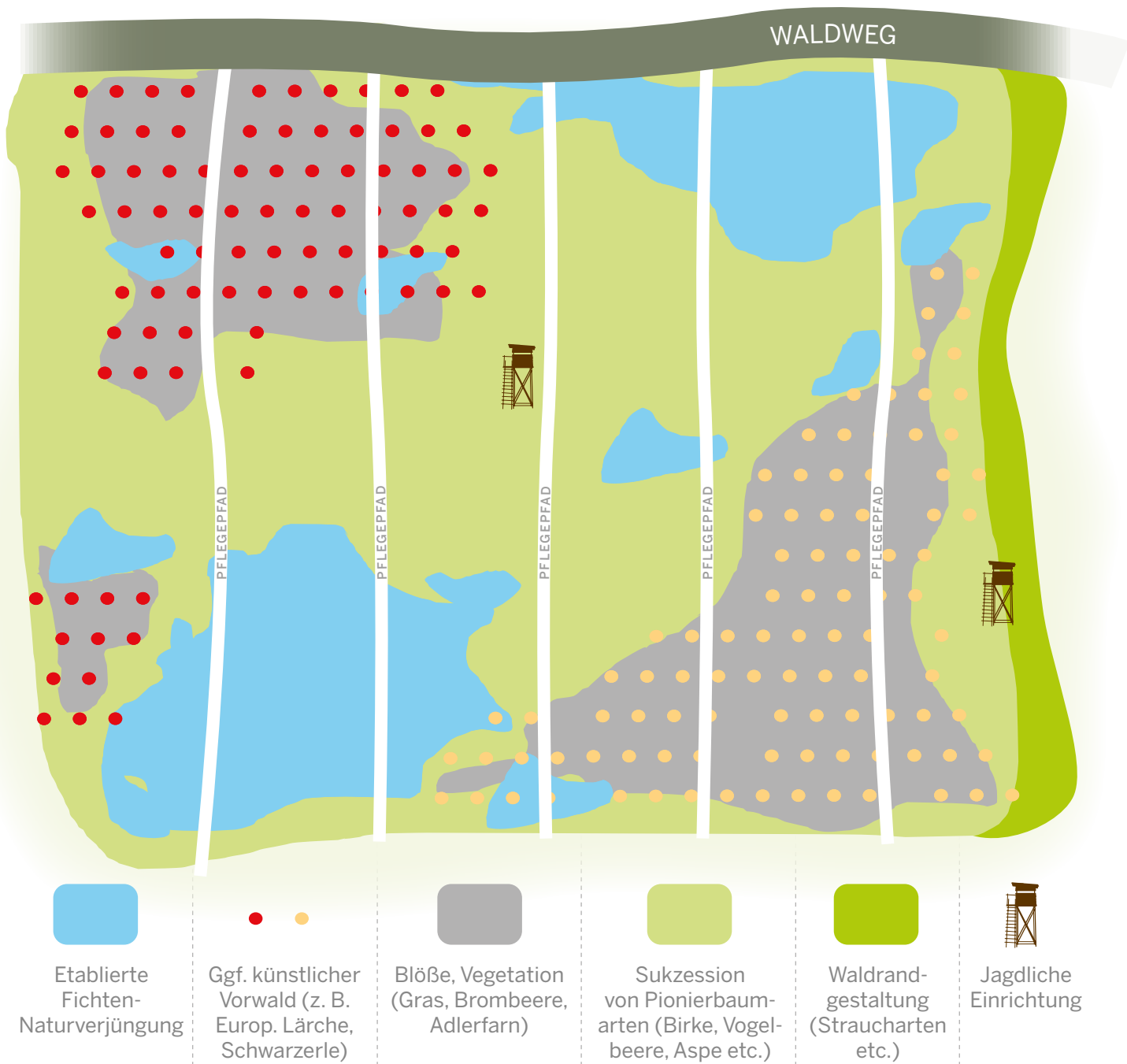
* Farbliche Kennzeichnung der Kompatibilität der Waldentwicklungstypen mit Waldlebensraumtypen der FFH-RL, bezüglich der Baumartenmischung bzw. der Höhenstufe (= voll, = eingeschränkt, = keine), verpflichtend für Wald-LRT in FFH-Gebieten (in FFH-Gebieten zudem grundsätzlich kein Einbringen lebensraumfremder Baumarten).

Quelle: Heile, Stiehl und Weller, unveröffentlicht



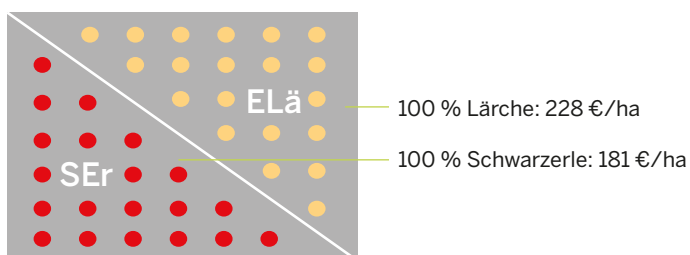
6A. BEISPIELHAFTES SCHEMA ZUR BEGRÜNDUNG EINES KÜNSTLICHEN VORWALDES FÜR EINEN BUCHEN-MISCHWALD AUF EINER FICHTEN-KALAMITÄTSFLÄCHE

Bezugsgröße 1 ha



Strukturelle Pflanzeinheiten des Schemas

Vorwald (3–5 Jahre vor Kulturbeginn, Verband 8 x 8 m) zur Qualitätssicherung der späteren Kultur



Quelle: Heile, Stiehl und Weller, unveröffentlicht

6B. BEISPIELHAFTES SCHEMA ZUR BEGRÜNDUNG EINES BUCHEN-MISCHWALDES AUF EINER FICHTEN-KALAMITÄTSFLÄCHE MIT KÜNSTLICHEM VORWALD (SCHWERPUNKT LAUBHOLZ)

Bezugsgröße 1 ha



Strukturelle Pflanzeinheiten des Schemas							
Rotbuche	10 x	Spitzahorn	4 x	Schwarzerle	4 x	Vogelkirsche	3 x
							
500 m ² (20 x 25 m) Verband: 2 x 1 m Pflanzen: 250 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 1 m Pflanzen: 67 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 1,5 m Pflanzen: 44 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 1,5 m Pflanzen: 44 Stk.	

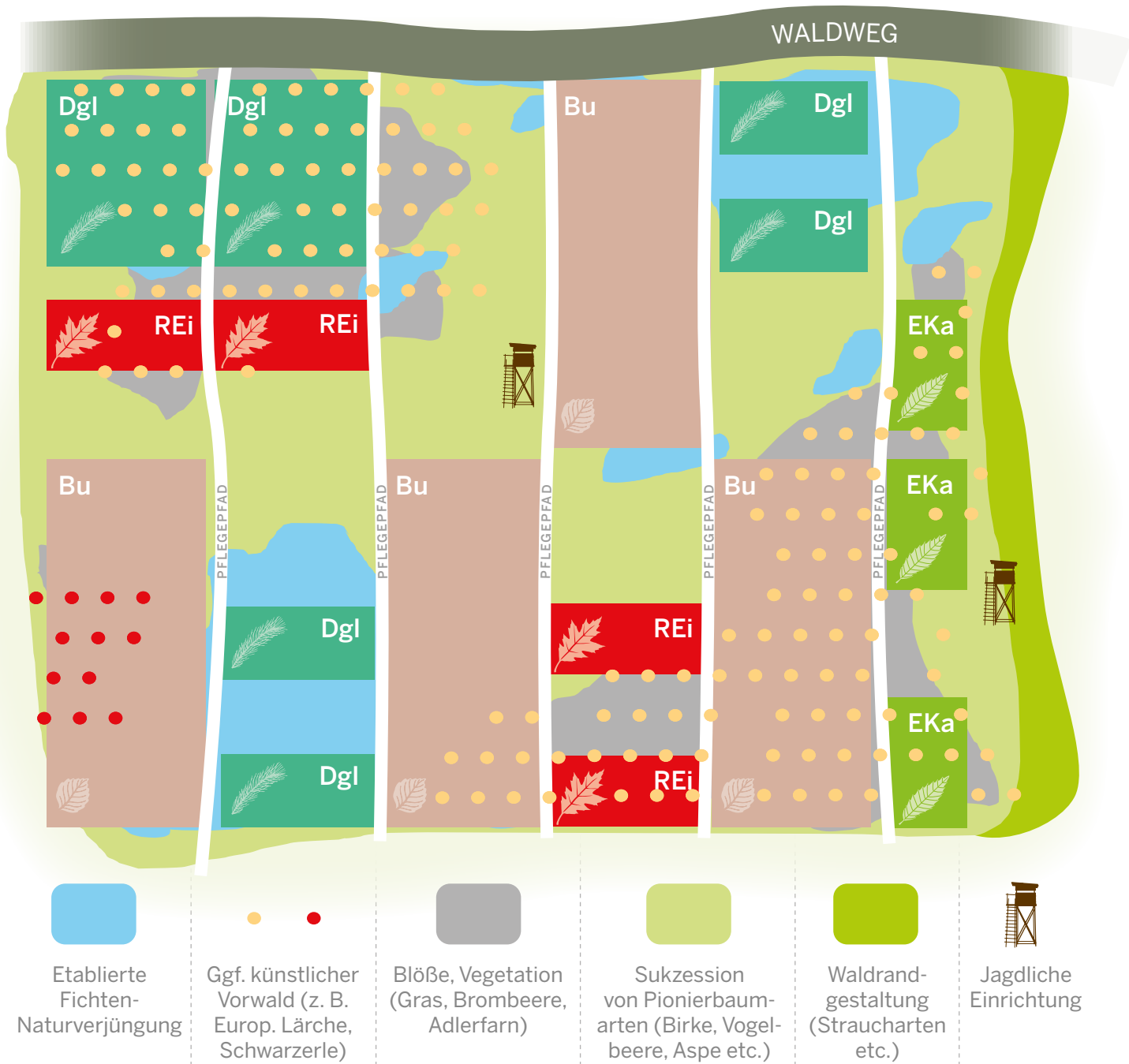
Ausgewählte beispielhafte Kennwerte zum Schema

Standort	sehr frisch bis mäßig frisch oder grundfrisch, eutroph bis mesotroph, mind. 140 Tage Vegetationszeit				
Bestandesziel	Buchen-Mischwald (in Anlehnung an Waldentwicklungstyp 20 *, idealerweise Sukzession, im Bedarfsfall Vorwald aus Schwarzerle durch Pflanzung 8 x 8 m, 156/ha bei Vollbepflanzung, nach 2–3 Jahren Kulturbegründung mit Buche etc.)				
Baumarten		Flächenanteile (bezogen auf 1 ha)	Pflanzung (Stückzahl, Verband, Sortiment)	Pflanzkosten (Pflanzgut u. Pflanzung)	Pflanzenschutz
Hauptbaumart	Bu	5.000 m ²	2.500/ha, 2 x 1 m, 30/50	0,55 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 1	SAh*	800 m ²	267/ha, 3 x 1 m, 50/80	0,60 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 2	SEr	800 m ²	178/ha, 3 x 1,5 m, 30/50	0,66 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 3	VKi	600 m ²	133/ha, 3 x 1,5 m, 30/50	1,10 € + 0,50 €	Hordengatter, Einzelschutz
Weitere Begleitbaumarten	Fi	bis 1.000 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
	Bi	bis 1.000 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
Blöße/Vegetation		bis 1.000 m ²	Brombeere, Gras, etc.		
Flächenanteile (von 10.000 m²)	Pflanzung: bis 7.200 m ²		Laubholz: bis 8.200 m ²	Nadelholz: bis 1.000 m ²	
Kritischer Zeitkorridor	2–3 Jahre nach Kalamität				
Pflanzverfahren	Pflanzverfahren angepasst an Wurzel Ausbildung und Boden, z. B. Neheimer Pflanzverfahren, Hohlspaten, Rhodener Pflanzverfahren				
Kosten (allgemeine und unverbindliche Kostenangaben nach Veröffentlichungen und Preislisten mit Stand bis zum Jahr 2020, alle Angaben inkl. MwSt):					
Pflanzgut und Pflanzung	Pflanzkosten 3.339 €/ha, optional Vorwald/ha: 100 % Lärche: 228 €/ha, 100 % Schwarzerle: 181 €/ha				
Kulturpflege	Ø 735 € je ha/je Eingriff				
Waldschutz Anfälligkeit für Wildschäden ohne Schutz: sehr hoch	Wuchshülle + Stab 4,50 €/Stk., Hordengatter ca. 17 €/lfm, Drahtgeflechtzaun 8–10 €/lfm (zzgl. Abbau)				
Kulturpflege	15–20 Stunden je ha/je Eingriff, 3–6 Eingriffe im Jahrzehnt Kostensatz: 42 €/Std.				

* Farbliche Kennzeichnung der Kompatibilität der Waldentwicklungstypen mit Waldlebensraumtypen der FFH-RL, bezüglich der Baumartenmischung bzw. der Höhenstufe (= voll, = eingeschränkt, = keine), verpflichtend für Wald-LRT in FFH-Gebieten (in FFH-Gebieten zudem grundsätzlich kein Einbringen lebensraumfremder Baumarten, dort Einbringen des hier im Schema enthaltenen Spitzahorns nur ab 200 Höhenmetern über N. N.).

6C. BEISPIELHAFTES SCHEMA ZUR BEGRÜNDUNG EINES BUCHEN-MISCHWALDES AUF EINER FICHTEN-KALAMITÄTSFLÄCHE MIT KÜNSTLICHEM VORWALD (MIT NADELHOLZ)

Bezugsgröße 1 ha



Strukturelle Pflanzeinheiten des Schemas

Rotbuche	8 x	Douglasie	2 x	Douglasie	4 x	Roteiche	4 x	Esskastanie	3 x
500 m ² (20 x 25 m) Verband: 2 x 1 m Pflanzen: 250 Stk.		500 m ² (20 x 25 m) Verband: 2,5 x 2 m Pflanzen: 100 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 2,5 x 2 m Pflanzen: 40 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 2,5 x 1 m Pflanzen: 80 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 2 m Pflanzen: 33 Stk.	

Ausgewählte beispielhafte Kennwerte zum Schema

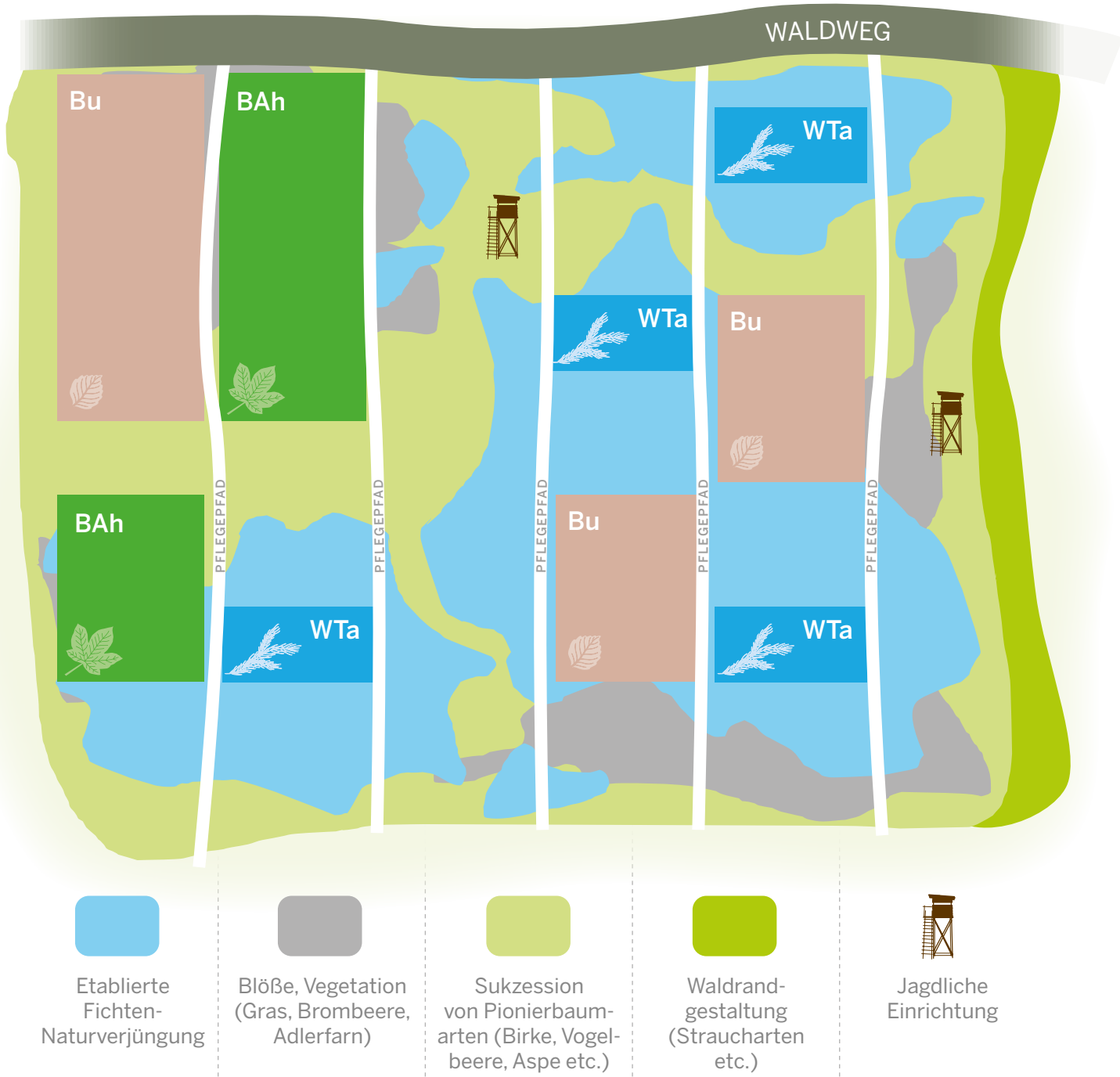
Standort	sehr frisch bis mäßig frisch oder grundfrisch, mesotroph bis schwach mesotroph, mind. 140 Tage Vegetationszeit				
Bestandesziel	Buchen-Mischwald (in Anlehnung an Waldentwicklungstyp 27 / 29 *, idealerweise Sukzession, im Bedarfsfall Vorwald aus Schwarzerle oder Europ. Lärche durch Pflanzung 8 x 8 m, 156/ha bei Vollbepflanzung, nach 3–5 Jahren Kulturbegründung mit Buche, Douglasie etc.)				
Baumarten		Flächenanteile (bezogen auf 1 ha)	Pflanzung (Stückzahl, Verband, Sortiment)	Pflanzkosten (Pflanzgut u. Pflanzung)	Pflanzenschutz
Hauptbaumart	Bu	4.000 m ²	2.000/ha, 2 x 1 m, 30/50	0,55 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 1	Dgl*	1.800 m ²	360/ha, 2,5 x 2 m, 40/60	1,30 € + 0,50 €	Fegeschutz, Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 2	REi*	800 m ²	320/ha, 2,5 x 1 m, 50/80	0,90 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Begleitbaumart 3	EKa*	600 m ²	100/ha, 3 x 2 m, 50/80	1,80 € + 0,50 €	Einzelschutz, Hordengatter
Weitere Begleitbaumarten	Fi	bis 1.000 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
	Bi	bis 1.000 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
Blöße/Vegetation		bis 1.000 m ²	Brombeere, Gras, etc.		
Flächenanteile (von 10.000 m²)	Pflanzung: bis 7.200 m ²		Laubholz: bis 6.400 m ²	Nadelholz: bis 2.800 m ²	
Kritischer Zeitkorridor	2–3 Jahre nach Kalamität				
Pflanzverfahren	Pflanzverfahren angepasst an Wurzel Ausbildung und Boden, z. B. Neheimer Pflanzverfahren, Hohlspaten, Rhodener Pflanzverfahren (Containerpflanzung bei Dgl kann auch mit den oben angegebenen Verfahren durchgeführt werden)				
Kosten (allgemeine und unverbindliche Kostenangaben nach Veröffentlichungen und Preislisten mit Stand bis zum Jahr 2020, alle Angaben inkl. MwSt):					
Pflanzgut und Pflanzung	Pflanzkosten 3.426 €/ha, optional Vorwald/ha: 100 % Lärche: 228 €/ha, 100 % Schwarzerle: 181 €/ha				
Kulturpflege	Ø 735 € je ha/je Eingriff				
Waldschutz Anfälligkeit für Wildschäden ohne Schutz: hoch	Wuchshülle + Stab 4,50 €/Stk., Hordengatter ca. 17 €/lfm, Drahtgeflechtzaun 8–10 €/lfm (zzgl. Abbau)				
Kulturpflege	15–20 Stunden je ha/je Eingriff, 3–6 Eingriffe im Jahrzehnt Kostensatz: 42 €/Std.				

* Farbliche Kennzeichnung der Kompatibilität der Waldentwicklungstypen mit Waldlebensraumtypen der FFH-RL, bezüglich der Baumartenmischung bzw. der Höhenstufe (■ = voll, ■ = eingeschränkt, ■ = keine), verpflichtend für Wald-LRT in FFH-Gebieten (in FFH-Gebieten zudem grundsätzlich kein Einbringen lebensraumfremder Baumarten – daher dort kein Einbringen der hier im Schema enthaltenen Douglasie, Roteiche und Esskastanie).

Quelle: Heile, Stiehl und Weller, unveröffentlicht

7. BEISPIELHAFTES SCHEMA ZUR BEGRÜNDUNG EINES STANDORTGERECHTEN FICHTEN-MISCHWALDES AUF EINER FICHTEN-KALAMITÄTSFLÄCHE

Bezugsgröße 1 ha



Strukturelle Pflanzeinheiten des Schemas

Bergahorn	3 x	Rotbuche	4 x	Weißtanne	4 x
					
500 m ² (20 x 25 m) Verband: 3 x 1 m Pflanzen: 167 Stk.		500 m ² (20 x 25 m) Verband: 2 x 1 m Pflanzen: 250 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 2 x 1,5 m Pflanzen: 67 Stk.	

Ausgewählte beispielhafte Kennwerte zum Schema

Standort	frisch bis sehr frisch, mesotroph bis schwach mesotroph, mind. 110 Tage Vegetationszeit				
Bestandesziel	Fichten-Mischwald (in Anlehnung an Waldentwicklungstyp 82 *)				
Baumarten		Flächenanteile (bezogen auf 1 ha)	Pflanzung (Stückzahl, Verband, Sortiment)	Pflanzkosten (Pflanzgut u. Pflanzung)	Pflanzenschutz
Hauptbaumart	Fi	bis 4.500 m ²	Naturverjüngung (max. 1.500–2.000 Pfl./ha)	keine	nicht erforderlich
Nebenbaumart 1	Bu	2.000 m ²	1.000/ha, 2 x 1 m, 30/50	0,55 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 2	BAh	1.500 m ²	500/ha, 3 x 1 m, 30/50	0,90 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Begleitbaumart 3	WTa	800 m ²	267/ha, 2 x 1,5 m, 30/50	1,80 € + 0,50 €	Einzelschutz, Hordengatter
Weitere Begleitbaumarten	Bi	bis 1.000 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
Blöße/Vegetation		bis 1.000 m ²	Brombeere, Gras, etc.		
Flächenanteile (von 10.000 m²)	Pflanzung: bis 4.300 m ²		Laubholz: bis 4.500 m ²	Nadelholz: bis 5.300 m ²	
Kritischer Zeitkorridor	3–5 Jahre nach Kalamität				
Pflanzverfahren	Pflanzverfahren angepasst an Wurzel Ausbildung und Boden, z. B. Neheimer Pflanzverfahren, Hohlspaten, Rhodener Pflanzverfahren				
Kosten (allgemeine und unverbindliche Kostenangaben nach Veröffentlichungen und Preislisten mit Stand bis zum Jahr 2020, alle Angaben inkl. MwSt):					
Pflanzgut und Pflanzung	Pflanzkosten 2.364 €/ha				
Kulturpflege	Ø 735 € je ha/je Eingriff				
Waldschutz Anfälligkeit für Wildschäden ohne Schutz: sehr hoch	Wuchshülle + Stab 4,50 €/Stk., Hordengatter ca. 17 €/lfm, Drahtgeflechtzaun 8–10 €/lfm (zzgl. Abbau)				
Kulturpflege	15–20 Stunden je ha/je Eingriff, 3–6 Eingriffe im Jahrzehnt Kostensatz: 42 €/Std.				

* Farbliche Kennzeichnung der Kompatibilität der Waldentwicklungstypen mit Waldlebensraumtypen der FFH-RL, bezüglich der Baumartenmischung bzw. der Höhenstufe (= voll, = eingeschränkt, = keine), verpflichtend für Wald-LRT in FFH-Gebieten (in FFH-Gebieten zudem grundsätzlich kein Einbringen lebensraumfremder Baumarten).

Quelle: Heile, Stiehl und Weller, unveröffentlicht

8. BEISPIELHAFTES SCHEMA ZUR EXTENSIVEN BEGRÜNDUNG EINES LAUBMISCHWALDES AUF EINER FICHTEN-KALAMITÄTSFLÄCHE

Bezugsgröße 1 ha



Strukturelle Pflanzeinheiten des Schemas

Stieleiche	2 x	Schwarzerle	7 x	Winterlinde	3 x	Hainbuche	3 x
							
500 m ² (20 x 25 m) Verband: 2 x 1 m Pflanzen: 250 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 1,5 m Pflanzen: 44 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 1 m Pflanzen: 66 Stk.		200 m ² (20 x 10 m) Verband: 3 x 1 m Pflanzen: 66 Stk.	

Ausgewählte beispielhafte Kennwerte zum Schema

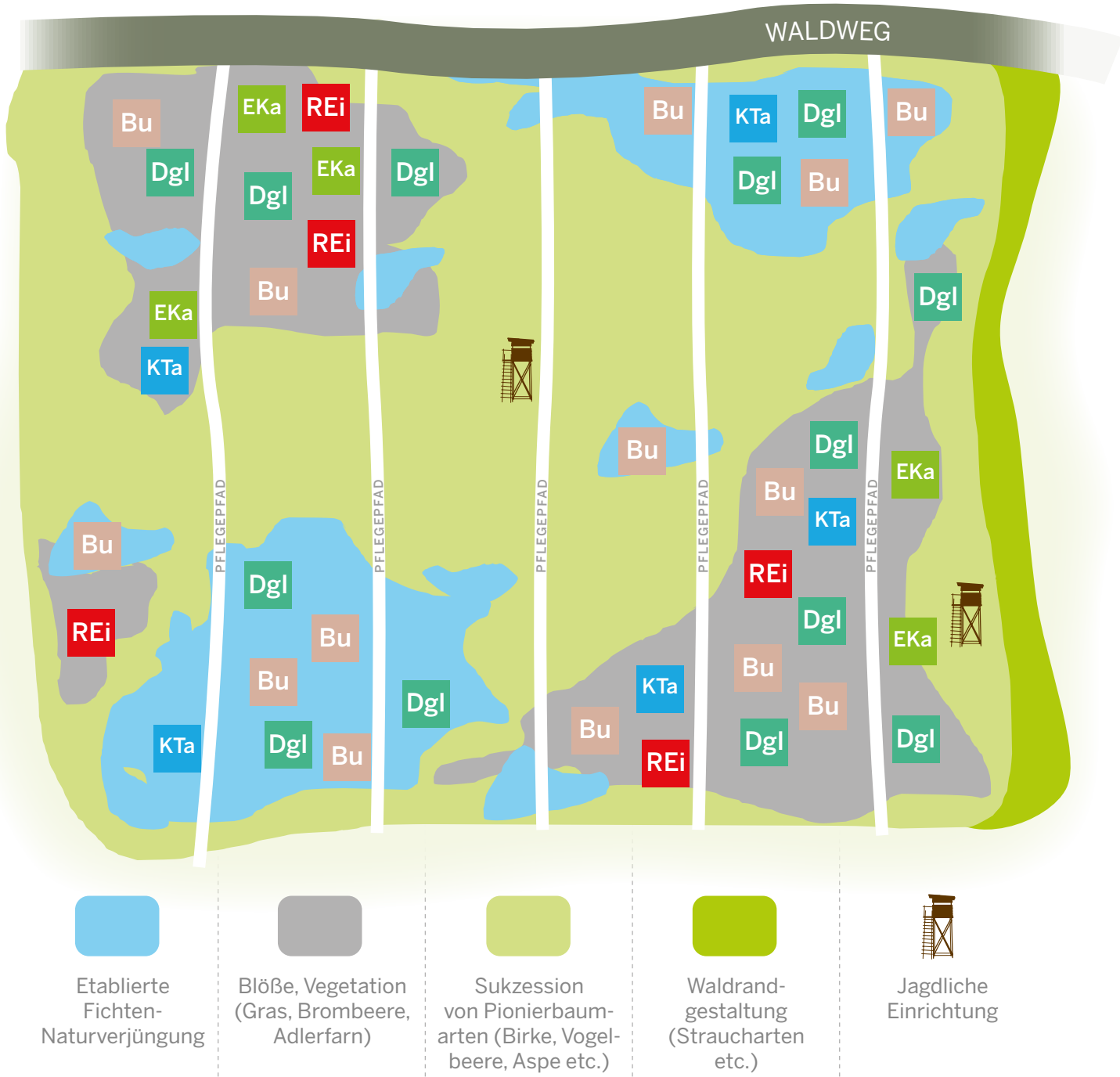
Standort	grundfrisch bis grundfeucht oder mäßig wechselfeucht bis wechselfeucht, schwach mesotroph bis eutroph, mind. 130 Tage Vegetationszeit				
Bestandesziel	Schwarzerlen-Mischwald (extensiv, in Anlehnung an Waldentwicklungstyp 40 *)				
Baumarten		Flächenanteile (bezogen auf 1 ha)	Pflanzung (Stückzahl, Verband, Sortiment)	Pflanzkosten (Pflanzgut u. Pflanzung)	Pflanzenschutz
Hauptbaumart	SEr	1.400 m ²	311/ha, 3 x 1,5 m, 30/50	0,66 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 1	SEi	1.000 m ²	500/ha, 2 x 1 m, 30/50	1,00 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 2	WLi	600 m ²	200/ha, 3 x 1 m, 30/50	0,80 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Nebenbaumart 3	HBu	600 m ²	200/ha, 3 x 1 m, 30/50	0,67 € + 0,50 €	Hordengatter, Zaun
Weitere Begleitbaumarten	Fi	bis 1.000 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
	Bi	bis 4.400 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
Blöße/Vegetation		bis 1.000 m ²	Brombeere, Gras, etc.		
Flächenanteile (von 10.000 m²)	Pflanzung: bis 3.600 m ²		Laubholz: bis 8.000 m ²	Nadelholz: bis 1.000 m ²	
Kritischer Zeitkorridor	2–4 Jahre nach Kalamität				
Pflanzverfahren	Pflanzverfahren angepasst an Wurzel Ausbildung und Boden, z. B. Neheimer Pflanzverfahren, Hohlspaten, Rhodener Pflanzverfahren				
Kosten (allgemeine und unverbindliche Kostenangaben nach Veröffentlichungen und Preislisten mit Stand bis zum Jahr 2020, alle Angaben inkl. MwSt):					
Pflanzgut und Pflanzung	Pflanzkosten 1.605 €/ha				
Kulturpflege	Ø 735 € je ha/je Eingriff				
Waldschutz Anfälligkeit für Wildschäden ohne Schutz: sehr hoch	Wuchshülle + Stab 4,50 €/Stk., Hordengatter ca. 17 €/lfm, Drahtgeflechtzaun 8–10 €/lfm (zzgl. Abbau)				
Kulturpflege	15–20 Stunden je ha/je Eingriff, 3–6 Eingriffe im Jahrzehnt Kostensatz: 42 €/Std.				

* Farbliche Kennzeichnung der Kompatibilität der Waldentwicklungstypen mit Waldlebensraumtypen der FFH-RL, bezüglich der Baumartenmischung bzw. der Höhenstufe (■ = voll, ■ = eingeschränkt, ■ = keine), verpflichtend für Wald-LRT in FFH-Gebieten (in FFH-Gebieten zudem grundsätzlich kein Einbringen lebensraumfremder Baumarten).

Quelle: Heile, Stiehl und Weller, unveröffentlicht

9. BEISPIELHAFTES SCHEMA ZUR EXTENSIVEN BEGRÜNDUNG EINES DOUGLASIEN-MISCHWALDES AUF EINER FICHTEN-KALAMITÄTSFLÄCHE

Bezugsgröße 1 ha



Strukturelle Pflanzeinheiten des Schemas									
Douglasie	13 x	Rotbuche	14 x	Küstentanne	5 x	Roteiche	5 x	Esskastanie	5 x
Dgl		Bu		Kta		REi		EKa	
Trupp-Pflanzung Verband: 3 x 3 m 3 x 3 Pflanzen: 9 Stk.		Trupp-Pflanzung Verband: 2 x 1 m 3 x 5 Pflanzen: 15 Stk.		Trupp-Pflanzung Verband: 3 x 3 m 3 x 3 Pflanzen: 9 Stk.		Trupp-Pflanzung Verband: 2 x 1 m 3 x 5 Pflanzen: 15 Stk.		Trupp-Pflanzung Verband: 3 x 3 m 3 x 3 Pflanzen: 9 Stk.	

Ausgewählte beispielhafte Kennwerte zum Schema

Standort	frisch bis mäßig frisch oder grundfrisch, mesotroph bis schwach mesotroph, mind. 120 Tage Vegetationszeit				
Bestandesziel	Douglasien-Mischwald (extensiv, in Anlehnung an Waldentwicklungstyp 92 / 96 *)				
Baumarten		Flächenanteile (bezogen auf 1 ha)	Pflanzung (Stückzahl, Verband, Sortiment)	Pflanzkosten (Pflanzgut u. Pflanzung)	Pflanzenschutz
Hauptbaumart	Dgl	1.053 m ²	117/ha, 3 x 3 m, 40/60	1,30 € + 0,50 €	Einzelschutz, Hordengatter
Nebenbaumart 1	Bu	420 m ²	210/ha, 2 x 1 m, 50/80	0,55 € + 0,50 €	Einzelschutz, Hordengatter
Nebenbaumart 2	KTa	405 m ²	45/ha, 3 x 3 m, 30/50	1,30 € + 0,50 €	Einzelschutz, Hordengatter
Begleitbaumart 3	EKa	405 m ²	45/ha, 3 x 3 m, 50/80	1,80 € + 0,50 €	Einzelschutz, Hordengatter
Nebenbaumart 4	REi	150 m ²	75/ha, 2 x 1 m, 50/80	0,90 € + 0,50 €	Einzelschutz, Hordengatter
Weitere Begleitbaumarten	Fi	bis 2.000 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
	Bi	bis 4.500 m ²	aus Naturverjüngung	keine	nein
Blöße/Vegetation		bis 2.000 m ²	Brombeere, Gras, etc.		
Flächenanteile (von 10.000 m²)	Pflanzung: bis 2.433 m ²		Laubholz: bis 5.475 m ²	Nadelholz: bis 3.458 m ²	
Kritischer Zeitkorridor	3–5 Jahre nach Kalamität				
Pflanzverfahren	Pflanzverfahren angepasst an Wurzel Ausbildung und Boden, z. B. Neheimer Pflanzverfahren, Hohlspaten, Rhodener Pflanzverfahren (Containerpflanzung bei Dgl und KTa kann auch mit den oben beschriebenen Verfahren durchgeführt werden)				
Kosten (allgemeine und unverbindliche Kostenangaben nach Veröffentlichungen und Preislisten mit Stand bis zum Jahr 2020, alle Angaben inkl. MwSt):					
Pflanzgut und Pflanzung		Pflanzkosten 721 €/ha			
Kulturpflege		Ø 525 € je ha/je Eingriff			
Waldschutz Anfälligkeit für Wildschäden ohne Schutz: sehr hoch		Wuchshülle + Stab 4,50 €/Stk., Hordengatter ca. 17 €/lfm, Drahtgeflechtzaun 8–10 €/lfm (zzgl. Abbau)			
Kulturpflege		10–15 Stunden je ha/je Eingriff, 1–3 Eingriffe im Jahrzehnt Kostensatz: 42 €/Std.			

* Farbliche Kennzeichnung der Kompatibilität der Waldentwicklungstypen mit Waldlebensraumtypen der FFH-RL, bezüglich der Baumartenmischung bzw. der Höhenstufe (= voll, = eingeschränkt, = keine), verpflichtend für Wald-LRT in FFH-Gebieten (in FFH-Gebieten zudem grundsätzlich kein Einbringen lebensraumfremder Baumarten).

Quelle: Heile, Stiehl und Weller, unveröffentlicht

10. BEISPIELHAFTES SCHEMA ZUR GROSSFLÄCHIGEN BEGRÜNDUNG EINES MISCHWALDES AUF EINER FICHTEN-KALAMITÄTSFLÄCHE NACH VERSCHIEDENEN STANDORTTYPEN

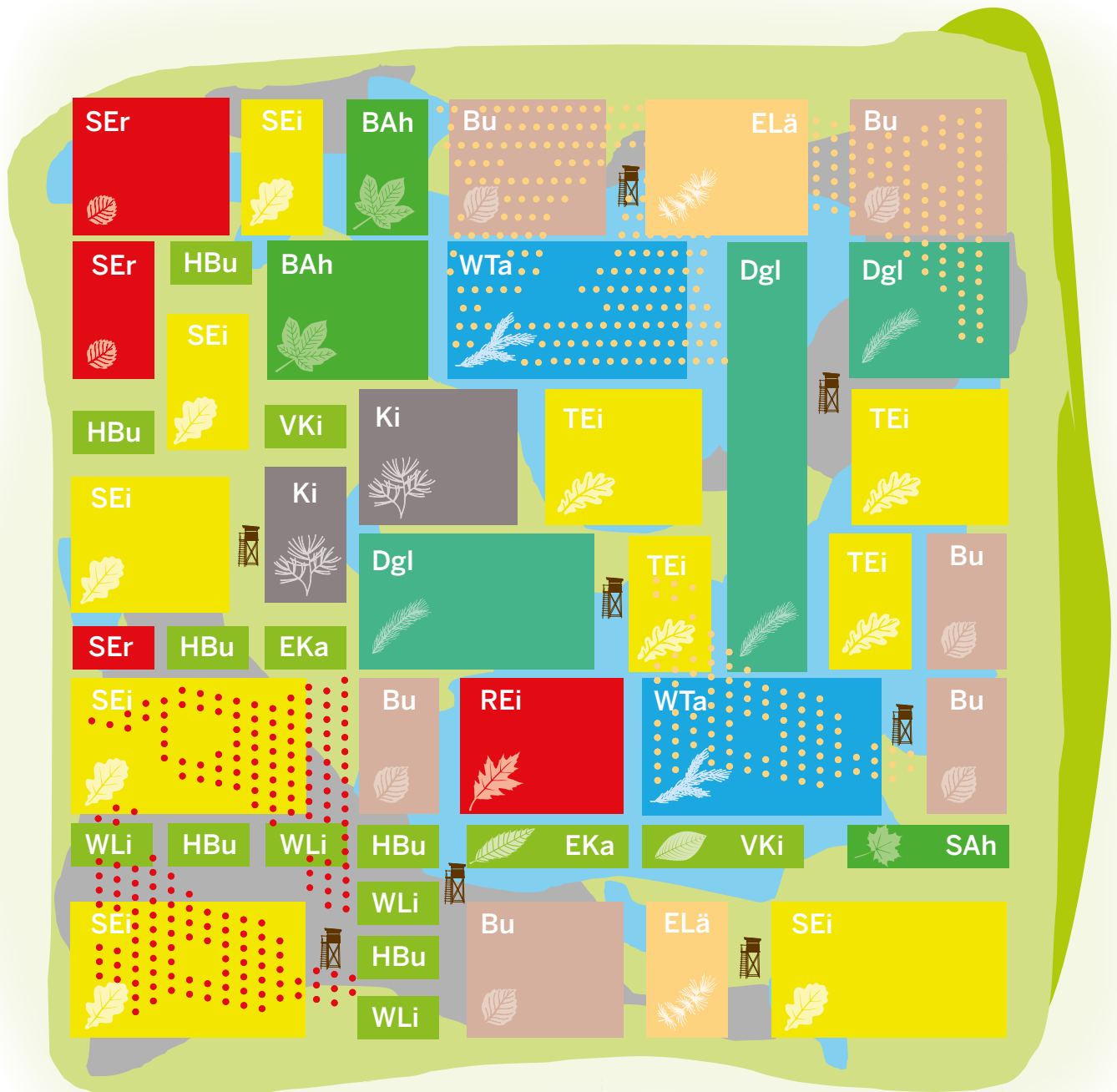
Bezugsgröße ab 10 ha



Gesamtwasserhaushalt


 sehr trocken	 sehr frisch	 grundfrisch
 trocken	 wechsell trocken	 grundfeucht
 mäßig trocken	 mäßig wechselfeucht	 feucht
 mäßig frisch	 wechselfeucht	 nass
 frisch	 staunass	


Beispielhafte Darstellung der verschiedenen Standortbedingungen einer Kalamitätsfläche auf Grundlage der forstlichen Standortkarte NRW; angenommene Standortbedingungen: Vegetationszeit 165 Tage, Nährstoffversorgung mäßig basenhaltig (mesotroph) bis basenarm (schwach mesotroph), Gesamtwasserhaushalt räumlich stark differenziert (s. Kartenlegende), zudem zu berücksichtigende Veränderung der Standortbedingungen im Klimawandel (Standortdrift); eine standortgerechte Variante der Baumartenzusammensetzung gemäß dem vorliegenden Wärme-, Wasser- und Nährstoffhaushalt ist im Schema rechts zu sehen.



 Etablierte Fichten-Naturverjüngung

 Ggf. künstlicher Vorwald (z. B. Europ. Lärche, Schwarzerle)

 Blöße, Vegetation (Gras, Brombeere, Adlerfarn)

 Sukzession von Pionierbaumarten (Birke, Vogelbeere, Aspe etc.)

 Waldrandgestaltung (Straucharten etc.)

 Jagdliche Einrichtung

Quelle: Heile, Stiehl und Weller, unveröffentlicht

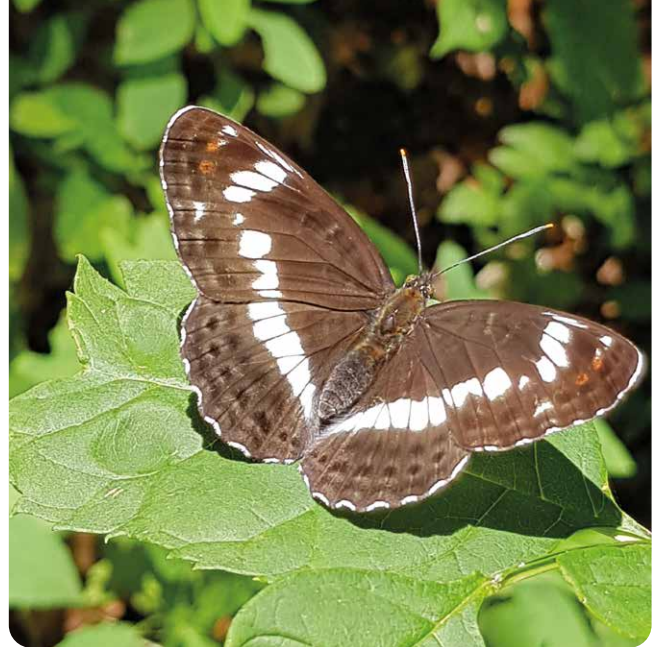
5.4 WALDRANDGESTALTUNG

Waldränder sind wichtige Bestandteile arten- und struktureicher Wälder (vgl. aid infodienst, 2016; Beinlich, Gockel und Grawe, 2014). Zum Schutz und zur **Stabilisierung** der Waldbestände sind vor allem **Waldaußenränder** sehr wichtig. Aber auch Waldinnenränder, im Sinne von Binnensäumen, sind von Bedeutung. Für die Gestaltung der zukünftigen Wälder ist es wichtig, bei der Wiederbewaldung der Kalamitätsflächen in Artenausstattung und späterer Struktur geeignete Waldränder von Anfang an mit anzulegen und fortlaufend zu pflegen.

Strukturreiche Waldränder erfüllen vielfältige Aufgaben hinsichtlich des Schutzes der nachgelagerten Wälder vor Sturm, Aushagerung, starker Besonnung, Feuer und Immissionen. Insbesondere in Zeiten zunehmender Starkwindereignisse leisten sie daher einen wichtigen Beitrag zur Risikominimierung in den Beständen. Auch dank ihrer ökologischen Vielfalt können Waldränder die Resilienz und Widerstandsfähigkeit des angrenzenden Waldes deutlich erhöhen (z. B. durch ein verstärktes Vorkommen von Gegenspielern von Schadinsekten wie Borkenkäfer, Frostspanner etc.).

Waldränder sind außerdem **Lebensraum** für eine artenreiche Tier- und Pflanzenwelt und hierbei insbesondere Zufluchtsort für seltene und gefährdete Arten. So ist der Übergang zwischen offenem Kulturland und Wald beispielsweise ein wertvoller Lebensraum für Vögel, Säugtiere und viele Insekten. Waldränder nehmen daher eine wichtige Funktion als Biotopverbund-Hotspots in der heutigen Kulturlandschaft ein.

Gut gestaltete, entwickelte und nachhaltig gepflegte Waldränder sind, ähnlich wie Hecken, wichtig für die



Kleiner Eisvogel (*Limenitis camilla*)

Erhaltung der biologischen Vielfalt sowie die Windberuhigung in unserer Kulturlandschaft. Auch für die Ästhetik des Landschaftsbildes und für den Erholungswert haben sie eine große Bedeutung.

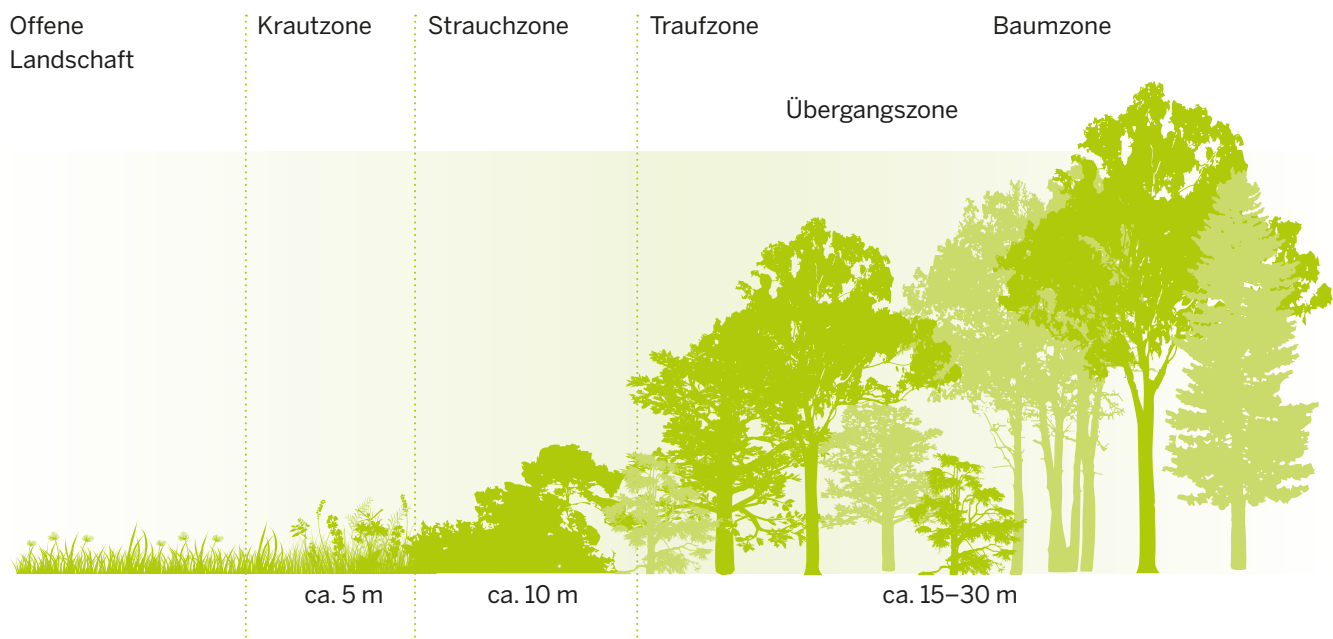
Eine angemessene Breite des Waldrandes, ein stufiger Aufbau, ein ungleichmäßig gebuchteter Verlauf und Blütenreichtum sind wünschenswert, um seine Funktionen optimal entfalten zu können. Zuschnitt und Dimensionierung des Waldrandes müssen sich dabei an den örtlichen Gegebenheiten orientieren. Auch bei kleineren Waldbeständen sollte auf die Anlage eines Waldrandes zumindest in schmalere Dimension nicht völlig verzichtet werden. Wichtiger als die Tiefe des Waldrandes sind dessen **Struktur und Artenzusammensetzung** (vgl. Gehlken, 2014). Die richtige Auswahl der **Gehölzarten** hängt vom Nährstoffhaushalt und der Wasserversorgung des Standortes ab.

Standort	nährstoffreich	mittlere Nährstoffversorgung	nährstoffarm	gewässerbegleitend
Mögliche Baumarten (Arten II. Ordnung, Traufzone)	Hainbuche Wildapfel Wildbirne Vogelkirsche Elsbeere Feldahorn	Hainbuche Wildbirne Vogelkirsche Mehlbeere Winterlinde Vogelbeere	Ilex Aspe Silberweide Salweide Vogelbeere Sandbirke	Schwarzerle Sandbirke Moorbirke Silberweide Salweide Schwarzpappel
Mögliche Straucharten (Strauchzone)	Hasel Pfaffenhütchen Weißdorn Roter Hartriegel Rote Heckenkirsche Schlehdorn Rote Johannisbeere	Hasel Pfaffenhütchen Weißdorn Schlehdorn Roter Hartriegel Heckenrose Gemeiner Schneeball	Faulbaum Sanddorn Gagelstrauch Weinrose Besenginster Grauweide Ohrweide	Grauweide Korbweide Purpurweide Hasel Gemeiner Schneeball Schwarze Johannisbeere Rote Johannisbeere

Eine Auswahl standortgerechter heimischer Baum- und Straucharten zur Waldrandgestaltung (Quelle: LB WH NRW, unveröffentlicht; vgl. aid infodienst, 2016).

Merkmale von gestuften Waldrändern

- Verlauf unregelmäßig und in Buchten
- Vernetzung mit anderen Landschaftselementen wie Feldgehölzen, Hecken, extensivem Grünland, artenreichen Säumen und Gewässern
- Aufbau beginnend mit einer Saumzone aus verschiedenen Gräsern, Kräutern und Stauden einheimischer Arten durch Selbstbegrünung oder ggf. durch geeignetes Regioaatgut
- Fortsetzung des Aufbaus mit einer Strauchzone
- Abschluss mit einem Waldmantel (Trauf) aus heimischen Bäumen II. Ordnung, z. B. Feldahorn, Wildobstarten etc.



Schematische Darstellung eines idealtypischen Waldrandaufbaus (Quelle: LB WH NRW, unveröffentlicht; vgl. aid infodienst, 2016).

Als einfache Maßnahme, um die Entstehung eines Waldrandes zu befördern, sollte auf die Bepflanzung eines entsprechenden Randstreifens im Rahmen der regulären Kulturbegründung verzichtet werden. Hier kann die Entstehung des Waldrandes über natürliche Sukzession erfolgen.

Waldränder sind, wie auch die Waldbestände, dynamische Lebensräume. Wird nicht eingegriffen, so entwickeln sie sich mit der Zeit zu Hochwald. Zur Erhaltung der Stufigkeit für die Prävention des Windeinflusses und einer hohen ökologischen Wertigkeit sind daher im Rahmen der regulären Waldpflege auch Pflegemaßnahmen an den Waldrändern sinnvoll.

Empfohlene Pflegemaßnahmen an Waldrändern

- Auflichtung des Waldmantels; eine lockere Baumschicht verbessert die Stufigkeit und fördert die Entwicklung des Strauchgürtels
- Abschnittsweises Zurückschneiden des Strauchgürtels; die Gebüsch-Vegetation wird verjüngt, die Arten- und Strukturvielfalt erhöht
- Abschnittsweises oder jährlich wechselseitiges Mähen, um Überwinterungsorte für Insekten und andere Tiere zu erhalten; kein Einsatz von Pflanzenschutzmitteln
- Seltene und langsam wachsende Baum- und Straucharten gezielt begünstigen und fördern
- Markante Randbäume, Biotopbäume und ggf. stehendes Alt- und Totholz erhalten

6 FORSTLICHE FÖRDERUNG

Die Bewirtschaftung und Erhaltung des Waldes sowie die Förderung der Forstwirtschaft sind wichtige Eckpfeiler der Forstgesetzgebung in Nordrhein-Westfalen und im Gesetzeszweck verankert. Aufgrund des hohen Privat- und Kommunalwaldanteils in NRW (zusammen 84 %) ist das Instrument der forstlichen Förderung für die Umsetzung walddpolitischer Ziele und waldbaulicher Empfehlungen von großer Bedeutung.

Die **Förderrichtlinien für forstliche Maßnahmen im Privat- und Kommunalwald** zielen maßgeblich auf die Erhöhung des Anteils standortgerechter und heimischer Laub- und Laubmischwälder ab. Forstliche Förderung soll grundsätzlich den Privat- und Kommunalwald in die Lage versetzen, fachlich anspruchsvolle und finanziell aufwendige Waldbaumaßnahmen, wie die Neuanlage von Laubmischwäldern, zu ermöglichen. Darüber hinaus regeln sie die Förderung von Maßnahmen in Schutzgebieten, wie Natura 2000-Gebieten.

Die derzeitige Krisensituation in der Forstwirtschaft und die langfristigen Herausforderungen im Klimawandel machen ergänzend differenzierte Lösungen für die Schadflächen erforderlich. Mit den neu geschaffenen Fördermöglichkeiten zur Kalamitätsbewältigung im Rahmen der **Förderrichtlinie Extremwetterfolgen** wurden erste Maßnahmen für die Bewältigung der Sturm- und

Dürreschäden auf den Weg gebracht. Mit dieser Förderrichtlinie können verschiedene Maßnahmen gefördert werden, die Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer in die Lage versetzen, die betroffenen Bestände im notwendigen Umfang zu räumen und durch eine aktive Wiederbewaldung klimastabil neu zu begründen. Förderfähig sind insektizidfreie Waldschutzmaßnahmen zur Eindämmung und Bekämpfung von Schadorganismen, Maßnahmen zur Sicherung von Waldökosystemen sowie die Räumung von Kalamitätsflächen nach Extremwetterereignissen und die Wiederaufforstung.

Für die **Wiederaufforstung von Kalamitätsflächen in Schutzgebieten** gelten weiterhin die bestehenden Förderrichtlinien für forstliche Maßnahmen im Privat- und Körperschaftswald. Auf Kalamitätsflächen außerhalb von Schutzgebieten haben Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer die Wahl, denn hier können beide genannten Förderrichtlinien angewendet werden.

Die **Wiederaufforstung von Schadflächen außerhalb von Schutzgebieten** wurde als zentraler Bestandteil in die Förderrichtlinie Extremwetterfolgen aufgenommen. Das Ziel in den stark betroffenen Fichtenbeständen (Nadelbaumanteil im Vorbestand über 51 %) ist es, einen **Anteil von mindestens 35 % an heimischen Laubbaumarten** (Wirtschaftsbaumarten) langfristig zu etablieren. Vor



Fortschreitende Schäden in einem Fichtenbestand.

dem Hintergrund des sich immer stärker abzeichnenden Klimawandels sollen so **standortgerechte und klimaangepasste Mischwälder** entwickelt werden. Die fachlichen Grundlagen hierfür sind die Empfehlungen des Waldbaukonzepts NRW sowie des vorliegenden Wiederbewaldungskonzepts NRW. Die hier vorgestellten Inhalte, wie standortbezogene Waldentwicklungstypen sowie die Schemata zur Bestandesbegründung, dienen dabei als fachliche Hilfestellung und sind bei der Anwendung der Förderrichtlinie zu berücksichtigen.

Zur Einführung in die Praxis sind Planungen der Wiederaufforstung bzw. Vorarbeiten, wie standörtliche Untersuchungen mit Hilfe kompetenter Beratung, förderfähig. Vor der Umsetzung stehen Fördermöglichkeiten zur bodenschonenden Flächenvorbereitung zur Verfügung. Die Bestandesbegründung kann dabei durch Pflanzung, Saat oder Voranbau erfolgen, wobei je nach standörtlicher Eignung mehr als 30 förderfähige Baumarten zur Auswahl stehen (siehe Anlage der Förderrichtlinie Extremwetterfolgen). Insgesamt werden 47 Baumarten von der Förderung berücksichtigt. Pflanzungen von Nadelbaumarten sind möglich, im Umfang jedoch auf den Flächenanteil der heimischen Laubbaumarten beschränkt (somit 35 bis max. 50 % der Wiederaufforstungsfläche). Um möglichst strukturreiche Mischwälder zu entwickeln, hat die Pflanzung der verschiedenen Baumarten kleinflächig, das heißt in 200 bis 3.000 m² großen Verbänden, zu erfolgen. Auch die Übernahme einer standortgerechten Naturverjüngung sowie eine begrenzte Einbringung von eingeführten Baumarten (wie z. B. Douglasie) stellen wichtige Bestandteile der Wiederbewaldung außerhalb von Schutzgebieten dar. Pflegemaßnahmen in Naturverjüngungen sind ebenfalls förderfähig und sollen dabei helfen, den Anteil der natürlichen Wiederbewaldung im Folgebestand langfristig zu erhalten. Gleichzeitig wird der Anlage von Waldrändern eine große Bedeutung zugemessen. Zur dauerhaften Sicherung der Bestände stehen Fördermittel für Nachbesserungen infolge natürlicher Ereignisse in den ersten fünf Jahren sowie für Pflegemaßnahmen bis zur Jungbestandsphase zur Verfügung. Ergänzend können Förderungen für etablierte Verfahren des mechanischen Einzelschutzes, wie zum Beispiel Wuchshüllen, oder die Errichtung von Kleingattern für Nebenbaumarten (bis 0,3 ha) in Anspruch genommen werden. Mit der Erhaltung von gehölzfreien Teilflächen als Grundlage einer intensiven Bejagung der Wiederaufforstungsflächen werden zudem zeitgemäße und praxisnahe Ansätze verfolgt. Auch die Anlage von Weisergattern ist förderfähig.

Das übergeordnete Ziel ist dabei die langfristige Sicherung und der Erhalt der Vitalität und Leistungsfähigkeit der nordrhein-westfälischen Wälder. Nur durch stand-

Förderung bei der Wiederaufforstung von Flächen nach Extremwetterereignissen

- Vorarbeiten, wie standörtliche Untersuchungen und Planungen zur Bestandesbegründung
- Bodenschonende Flächenvorbereitung grundsätzlich ohne flächiges Befahren in Verbindung mit einer Maßnahme zur Bestandesbegründung
- Bestandesbegründung durch Pflanzung oder Saat, in Kombination mit Naturverjüngung, grundsätzlich ohne flächiges Befahren, inklusive der Anlage von Waldrändern, sowie Voranbau unter Altbestandsresten
- Maßnahmen zur Komplettierung von Naturverjüngungen mit Laubbaumarten
- Nachbesserungen bei geförderten Kulturen in den ersten 60 Monaten nach Pflanzung oder Saat
- Pflegemaßnahmen in Naturverjüngungen und zuvor geförderten oder förderfähigen Kulturen bis zur Jungbestandsphase
- Schutz der Aufforstungen gegen Wild durch mechanischen Pflanzenschutz inklusive Kleingatter bei Nebenbaumarten
- Schaffung und Erhaltung von gehölzfreien Teilflächen zum Schutz von Aufforstungen durch verbesserte Bejagung
- Anlage von Weisergattern
- Die Förderung der Wiederaufforstung nach der Förderrichtlinie Extremwetterfolgen erfolgt nur außerhalb von Schutzgebieten. Für die Wiederaufforstung von Kalamitätsflächen in Schutzgebieten gelten weiterhin die bestehenden Förderrichtlinien für forstliche Maßnahmen im Privat- und Körperschaftswald.

ortgerechte und klimaangepasste Mischwälder kann der Wald dauerhaft seine vielfältigen Funktionen erfüllen.

Die Förderrichtlinie Extremwetterfolgen, sowie die Förderrichtlinien für forstliche Maßnahmen im Privat- und Kommunalwald sowie **Hinweise zur Antragstellung** sind auf den Internetseiten des Landesbetriebes Wald und Holz NRW unter <https://www.wald-und-holz.nrw.de/forstwirtschaft/foerderung> zu finden.

Eine konkrete **Beratung zur Förderung** sowie Unterstützung bei der Antragstellung wird durch das örtliche Regionalforstamt bzw. durch die zuständige Revierförsterin oder den Revierförster angeboten.

7 SCHADRISIKEN BEI DER WIEDERBEWALDUNG

7.1 WILDSCHÄDEN ALS RISIKOFAKTOR

Entwicklung der Schalenwildbestände

Die Schalenwildbestände haben in den letzten Jahrzehnten bundesweit stark zugenommen. Als Ursachen für die seit 1980 permanent steigenden Schalenwildbestände werden angesehen:

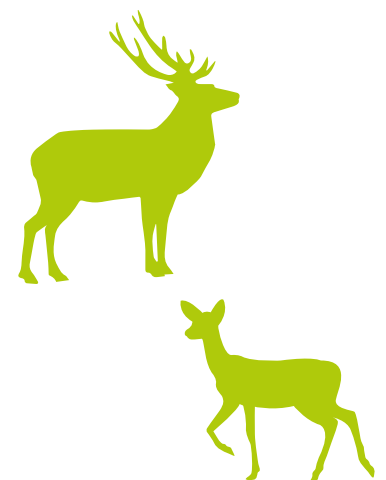
- Die seit Jahrzehnten steigenden Stickstoffeinträge in die Landschaft führen zu besseren Ernährungsbedingungen.
- Auf Agrarflächen werden vermehrt energiereiche Pflanzen angebaut.
- Klimatische Veränderungen (Erwärmung) vermindern Winterverluste und sorgen für ergiebige Herbstmasten bei vielen Baumarten und damit für zusätzliche Nahrung.
- Die bisherigen Erfolge im Waldumbau führen zu einer Aufwertung des Waldes als Lebensraum mit besseren Deckungsmöglichkeiten und einem höheren Nahrungsangebot.
- Die zunehmend besseren Lebensbedingungen für Wild ermöglichen ständig steigende Reproduktionsraten.

Wald und Wild: Zusammenarbeit

Wildschäden können einen erheblichen **Risikofaktor für die erfolgreiche Wiederbewaldung von Kalamitätsflächen** darstellen (vgl. aid infodienst, 2015; Ammer et al., 2010). Starker Verbiss von Trieben, Blättern und Knospen sowie Fege-, Schlag- und Schältschäden können den Kulturerfolg infrage stellen und beeinträchtigen damit den Aufbau von ökologisch stabilen und klimaresistenten Mischwäldern. Weiterhin erhöhen übermäßige Wildschäden die Kosten für die Forstbetriebe durch einen Mehraufwand bei den Schutzmaßnahmen sowie Einkommensverluste beim Holzverkauf. Der Waldumbau zu klimastabilen Wäldern kann daher nur mit **angepassten Schalenwildbeständen** gelingen. Voraussetzung hierfür ist eine stabile und dauerhafte Zusammenarbeit von Waldbesitz und Jägerschaft, welche einen ganzheitlichen Ansatz von Jagd, Lebensraumgestaltung und Lebensraumberuhigung einbezieht.

In der Vergangenheit wurden bereits **jagdrechtliche Verbesserungen** für eine Stärkung der Eigenverantwortung

Wildart	Jagdjahr				
	1980/81	1990/91	2000/01	2010/11	2019/20
Rotwild	2.972	2.720	2.870	4.503	6.928
Davon Fallwild	137	111	132	216	294
Sikawild	607	561	579	555	1.608
Davon Fallwild	20	20	9	18	31
Damwild	1.347	1.468	2.235	4.176	5.387
Davon Fallwild	176	212	235	370	469
Muffelwild	324	456	378	683	1.237
Davon Fallwild	19	22	32	53	56
Rehwild	70.409	80.443	77.567	85.900	103.968
Davon Fallwild	18.104	24.345	23.894	26.734	28.295
Schwarzwild	5.175	14.355	29.612	34.224	64.227
Davon Fallwild	227	841	1.988	1.798	2.985



Jagdstrecke Nordrhein-Westfalen (Daten 2019/2020 noch nicht vollständig und auf Plausibilität geprüft, daher vorläufig. Quelle: MULNV NRW, unveröffentlicht).



Verbissschäden an Buche

vor Ort und zum Abbau von Abschusshemmnissen getroffen. Dies betrifft beispielsweise die Abschussplanung, die Stärkung von Mitspracherechten der Grundeigentümerinnen und Grundeigentümer in den Hegegemeinschaften und die Einführung von Verbisssgutachten als fachliche Grundlage für die Abschussplanung und Bejagung.

Wildökologie und Wildmanagement

Durch Schadereignisse im Wald ändert sich die **Dynamik der Lebensraumstrukturen im Wildlebensraum** (vgl. Petrak, 2009). Die natürlich anlaufenden Sukzessionsprozesse und die Vegetationsentwicklung verändern in Verbindung mit den Maßnahmen zur Wiederbewaldung das Äsungs- und Deckungsangebot in den Folgejahren. Auf den Freiflächen nimmt das Äsungsangebot in den ersten Jahren deutlich zu.

Diese **verbesserten Ernährungsbedingungen** können zu einem Anwachsen der Wildbestände führen. Die Abschusszahlenreihen von Rot-, Sika- und Muffelwild belegen die Zunahme dieser Wildbestände nach Großschadensereignissen. Sobald der Wald in die Dickungsphase eintritt, nimmt das Nahrungsangebot allerdings wieder ab, bei gleichzeitiger **Zunahme des Deckungsangebots**. Wenn bis dahin die Wildbestände nicht an die Äsungskapazität angeglichen wurden, steigt die Wildschadensanfälligkeit der Wälder. So ist darauf zu achten, dass die Wildbestände der großen Wiederkäuerarten an die Lebensraumkapazitäten angepasst werden. Bei den rudelbildenden Arten ist es daher erforderlich, einen intensiven Abschuss, möglichst durch Bewegungsjagden, mit einem Schwerpunkt auf dem Jungwild, durchzuführen. Verpasste Abschüsse sind meist nicht mehr nachzuholen und tragen zu einem weiteren Ansteigen der Wildbestände bei, ebenso wie die Untererfüllung des notwendigen Abschusses von reproduzierenden Stücken.

Forstliche und jagdliche Akteure sollten insbesondere in Hochwildrevieren frühzeitig gemeinsam über die Anlage jagdlicher Gliederungsflächen sowie von Äsungsflächen entscheiden. Als Größenordnung werden 2–3 % der Holzbodenfläche für dauerhafte Grünäsungsflächen empfohlen. Nicht nur bei der Anlage von Äsungsflächen ist eine Abstimmung mit den Reviernachbarn von Vorteil. Ein von Beginn an abgestimmtes Bejagungskonzept mit einer Schwerpunktbejagung auf bestimmten forstlich sensiblen Flächen und einer Gesamtstrategie für einen größeren Bezugsraum bzw. eine größere Region führt am ehesten zu einem Interessenausgleich der beteiligten Akteure. Wärmebildgeführte Kameras können bei der Erfassung von Wildbeständen eine große Unterstützung darstellen. Perioden- und Gesamtabschusspläne sind wichtige Instrumente zur Erleichterung einer revierübergreifenden Bejagung.

Die Wiederbewaldung erfordert mehrere Jahre. Es empfiehlt sich, mit den Maßnahmen nicht in den Bereichen zu beginnen, wo Probleme durch lebensraumbedingte Konzentrationen des Wildes absehbar sind, wie zum Beispiel an Wald-Feld-Grenzen.

Die Beäsung bestimmter Pflanzenarten gibt Hinweise auf das Verhältnis von Lebensraumkapazität und Wildbestand. Starker Verbiss an Buche in einem durch Buchen dominierten Bestand (respektive Fichte) deutet auf eine örtlich zu hohe Schalenwildpopulation hin. Die Brombeere ist eine wichtige Reserveäsung im Winter. Wenn zu Ende des Winters im Vorfrühling noch etwa ein Drittel der Blätter vorhanden ist, passt die Höhe des Wildbestandes zur Lebensraumkapazität. Fehlen dagegen alle Blätter, ist der Äsungsdruck zu hoch. Hohen Äsungsdruck zeigt auch eine starke Beäsung der Notnahrung Flatterbinse.

Jagdzeiten

Sonnige Waldflächen sind ein Magnet für das Rehwild, das als Konzentratsselektierer offene Flächen bevorzugt aufsucht, weil es dort optimale Ernährungs- und Deckungsverhältnisse vorfindet. Eine **mehrfährige intensive Bejagung des Rehwildes auf den Wiederbewaldungsflächen** ist daher für einen Erfolg der Waldverjüngung unausweichlich. Die gestiegenen Abschusszahlen beim Rehwild belegen, dass eine Bejagung ohne Abschussplan die Bejagung deutlich erleichtert.

Die Oberste Jagdbehörde hat in Abstimmung mit dem Landesjagdbeirat **Maßnahmen für eine weitere Intensivierung der Rehwildbejagung** getroffen. Demzufolge stellt der Landesbetrieb Wald und Holz NRW den unteren Jagdbehörden Übersichtskarten mit Angaben über die Hauptschadensgebiete für befristete Schonzeitaufhe-

bungen zur Verfügung. Die untere Jagdbehörde legt dann die Gebietskulisse für die Aufhebung der Schonzeiten zur Vermeidung von übermäßigen Wildschäden für die Jagdjahre 2020/21 bis einschließlich 2024/25 wie nachfolgend dargestellt auf:

Rehwild, Schmalrehe und Böcke:

- vom 01.04. bis 30.04. in Niederungsgebieten unter 450 m Höhenlage
- vom 15.04. bis 30.04. in Mittelgebirgslagen ab 450 m Höhenlage

Die Forschungsstelle für Jagdkunde und Wildschadenverhütung NRW erstellt ein mit dem Landesbetrieb Wald und Holz NRW abgestimmtes „**Schalenwildkonzept Wiederbewaldung**“ für die Waldbesitzenden und die Jägerschaft. Neben einem Bejagungskonzept sollen darin auch die forstliche und jagdliche Erschließung der Waldflächen sowie die touristische Nutzung einbezogen werden. Die regionale Umsetzung des Schalenwildkonzeptes wird mit dem Waldbesitz, der Jägerschaft und den Regionalforstämtern diskutiert.

Die unteren Jagdbehörden wurden gebeten, die notwendigen Maßnahmen mit ihren Jagdbeiräten zu diskutieren und Schonzeitaufhebungen zu verfügen. Die Jägerschaft wurde gebeten, den Waldumbau zu klimastabilen Wäldern durch eine intensive Bejagung des Schalenwildes zu unterstützen.

Der Landesbetrieb Wald und Holz NRW erstellt die Verbissgutachten gemäß § 22 Absatz 5 LJG-NRW für die Hauptschadensgebiete vorrangig und berät die Ergebnisse mit dem Waldbesitz sowie der Jägerschaft.

Verbissgutachten

Die Forstbehörde erstellt gemäß § 22 Landesjagdgesetz in Turnus von drei bis fünf Jahren ein **Gutachten zum Einfluss des Schalenwildes auf die Verjüngung der Wälder (Verbissgutachten)**. Hierbei ist das qualifizierte Schätzverfahren durch ein Transektverfahren im Raster von 500 x 500 m abgelöst worden. Dieses statistisch abgesicherte Verfahren liefert auf Ebene des Jagdbezirkes die für den Waldbesitz notwendigen Fakten zur Beurteilung und Einregulierung einer verträglichen Wilddichte und versetzt ihn so in die Lage, seine Anforderungen an die Jagdausübungsberechtigten faktenbasiert selber in die Hand zu nehmen. Bei der Aufnahme werden alle Haupt- und auch Mischbaumarten erfasst und markiert. So ist sichergestellt, dass das Verfahren transparent und für Dritte, beispielsweise die Jagdausübungsberechtigten und Waldbesitzenden, nachvollzogen werden kann. Neben messbaren Faktoren werden außerdem gutachterlich Faktoren eingeschätzt, die das Baumwachstum ebenfalls beeinflussen können (z. B. gänzlich ausbleibende Verjüngung, Fege- und Schlagschäden, Sommerverbiss). Die vor Ort erhobenen Daten werden forstfachlich interpretiert und das waldbauliche Betriebsziel eingearbeitet, welches der Waldbesitz festlegt. Zusätzlich können die Ergebnisse von Weisergattern und/oder Schältschadenserhebungen ergänzt werden, um ein ganzheitliches Bild des Waldzustandes zu erhalten. Ein Gutachten mit Kartendarstellung gibt anschließend darüber Auskunft, ob die Planung durch

Gefährdungsgrad (Verbiss)	Nadelbaumarten	Laubbaumarten
nicht gefährdet	0–20 %	0–15 %
gefährdet	> 20–40 %	> 15–25 %
erheblich gefährdet	> 40 %	> 25 %
Gefährdungsgrad (Schältschäden)	Laub- und Nadelbaumarten	
nicht gefährdet	< 1 %	
gefährdet	≥ 1 ≤ 2 %	
erheblich gefährdet	> 2 %	



Grenzwerte der jährlich frischen Verbiss- und Schältschäden im Monitoringkonzept (Quelle: LW WH NRW, unveröffentlicht).

Wildverbiss nicht gefährdet, gefährdet oder erheblich gefährdet ist.

Sofern eine Gefährdung festgestellt wird, enthält das Gutachten konkrete **Handlungsempfehlungen für den Jagdbezirk**. Dazu zählen neben einer Erhöhung des Abschusses Hinweise zu Bejagungsschwerpunkten, Besucherlenkung, Einrichtung von Ruhezeiten und Anpassungen der Bejagungskonzepte.

Die Verbissgutachten stellen somit eine wirksame fachliche Grundlage dar, um Wald-Wild-Konflikte (vgl. Ammer et al., 2010) in Kooperation vor Ort eigenverantwortlich zu lösen und damit auch Regressansprüche im Zusammenhang mit dem Einsatz von Fördermitteln zu vermeiden.

Jagdliche Maßnahmen auf Kalamitätsflächen

- Frühzeitig für jagdliche Erschließung der betroffenen Flächen sorgen (Ansitzeinrichtungen, Jagdschneisen, Salzlecken)
- Schwerpunktbejagung an Verjüngungsflächen (Objektschutz)
- Anlegen von Äsungsflächen in Hochwildrevieren (z. B. Prossholzstreifen, Grünäsungsflächen ohne Bejagung)
- Einrichtung von Jagdruhezeiten
- Mehrmalige jährliche Überprüfung der Verbissbelastung
- Einrichtung und Überprüfung von Weisergattern



Verbisschäden können die Bestandesbegründung erheblich beeinträchtigen.

7.2 WEITERE ABIOTISCHE UND BIOTISCHE SCHADRISIKEN BEI KULTUREN

Bei der Wiederbewaldung der Kalamitätsflächen können aufgrund der großen Freiflächen **erhöhte abiotische und biotische Waldschutzrisiken** bestehen.

Aufgrund des **Freiflächenklimas** spielen die **abiotischen Faktoren** Frost, Dürre und Hitze, Schneebruch und -druck sowie Nässe eine große Rolle. Frostgefährdete Lagen sind beispielsweise Vertiefungen im Gelände, in denen sich die Kaltluft sammelt (Muldenfrost), Bestandeslücken (Frostlöcher) und -ränder, von denen die Kaltluft nicht abfließen kann, kalten Winden ausgesetzte Nordost- und Osthänge, sonnige Orte, an denen das Wachstum im Frühjahr eher beginnt (Spätfrost) und natürlich Freiflächen nach Kalamitäten. Fehlt die Verdunstung des ehemaligen Baumbestandes auf der Fläche, entstehen ggf. auf staunassen Böden Schäden durch Vernässung bzw. nachfolgenden Pilzbefall.

Die Gefahr von Frost- und Dürreschäden kann durch den Anbau wenig empfindlicher bzw. frostharter **Baumarten** verringert werden. Neben der standortangepassten Wahl des Waldentwicklungstyps ist daher auch die Wahl der adäquaten Begleitbaumarten wichtig.

Des Weiteren gefährden **biotische Faktoren** wie Konkurrenzflora (Brombeere, Gras etc.), pathogene Erreger (Mehltau, Schütte, Wurzelschwamm etc.), Insektenfraß (Rüsselkäfer, Raupen- und Lausbefall, Engerlinge etc.), aber auch Säugetiere (Erdmaus, Schermaus etc.) und insbesondere überhöhte Bestände wiederkäuender Schalenwildes den Erfolg einer Wiederbewaldung (vgl. aid infodienst, 2014b; Niesar, Zúbrik und Kunca, 2013).

Eine ausführlichere Darstellung wichtiger biotischer Schäden an Baumarten im Kulturstadium findet sich in Anhang 6.

Baumart	Spätfrost	Winterfrost	Dürretoleranz auf Standort bis GWH-Stufe:	
			mäßig frisch bis mäßig trocken	trocken bis sehr trocken
SEi	+	++	+	+
TEi	+	+	++	++
REi	+	+	++	+
Bu	-	+	+	-
VKi	+	+	+	+
BAh	+	++	++	-
SAh	+	++	++	++
HBu	+	++	++	++
EKa	-	+	+	+
WLi	+	++	++	++
SEr	+	+	--	--
SBi	++	++	++	++
WTa	--	+	+	--
KTa	-	+	+	+
ELä	+	++	++	+
Fi	+	+	-	--
Ki	++	++	++	++
Dgl	+	++	+	-

++ Sehr gute Resistenz - Bedingte Resistenz
 + Gute Resistenz -- Fehlende Resistenz

Ausgewählte Eigenschaften von Waldbaumarten bezüglich abiotischer Faktoren (Quelle: Roloff et. al., 2008).

Douglasiengallmückenbefall (*Contarinia* spp.) führt zu Nadelverfärbungen und -verlusten.



Eichen	Buche	Douglasie	Kiefer	Weißtanne
Maikäfer (<i>Melolontha</i> spp.)				
Eichenwickler (<i>Tortrix viridana</i>)				
Hallimasch (<i>Armillaria mellea</i>)		Hallimasch (<i>Armillaria mellea</i>)		Hallimasch (<i>Armillaria mellea</i>)
	Rindenfressende Mäusearten (Erd- maus, Feldmaus, Rötelmaus)			
Frostspannerarten (<i>Operophtera</i> spp.)	Frostspannerarten (<i>Operophtera</i> spp.)			
	Buchenblattbaum- laus (<i>Phyllaphis fagi</i>)			
	Buchenkrebslaus (<i>Schizodryobius pallipes</i>)			
		Rußige Douglasienschütte (<i>Phaeocryptopus gaeumannii</i>)		
		Phomopsis- Rindenschildkrank- heit (<i>Phacidium coniferarum</i>)		
		Diplodia-Triebsterben (<i>Sphaeropsis sapinea</i>)		
		Großer Brauner Rüsselkäfer (<i>Hylobius abietis</i>)	Großer Brauner Rüsselkäfer (<i>Hylobius abietis</i>)	Großer Brauner Rüsselkäfer (<i>Hylobius abietis</i>)
		Douglasiengallmücke (<i>Contarinia</i> spp.)		
			Kieferschütte (<i>Lophodermium sediciosum</i>)	
			Kiefernrüßler (<i>Pissodes</i> spp.)	
				Tannentrieblaus (<i>Adelges nordmanniana</i>)

Wichtige biotische Schäden an Baumarten im Kulturstadium (Quelle: LB WH NRW, unveröffentlicht).

Abiotische und biotische Schadrisiken

Hinzu kommt das Zusammenwirken verschiedener Faktoren wie bei den **Komplexkrankheiten** an Buche und Eiche.

Bei den prognostizierten Temperatur- und Niederschlagsveränderungen im Klimawandel wird sich die Anfälligkeit von Baumarten gegenüber Schadfaktoren verändern.

Die empfohlenen standortgerechten Waldentwicklungstypen mit ihren Baumartenmischungen und ihrem mehrschichtigen Aufbau zielen auch auf eine **Risikoverringern**g bezüglich der verschiedenen Schadfaktoren ab.

Praktische Aspekte beim Waldschutz auf Kalamitätsflächen

- Vorbeugung z. B. durch standortgerechte Baumartenwahl.
- Aufbau eines Vorwaldes aus Naturverjüngung oder im Bedarfsfall mit künstlicher Unterstützung ca. 3-5 Jahre vor der Kultur auf der Freifläche zur Vermeidung von abiotischen Schäden an der Kultur (Frost, Dürre etc.) und biotischen Schäden an der Kultur durch auflaufende Konkurrenzvegetation bzw. Vergrasung und anschließendem Mäusefraß, bei Nadelholzkulturen zur Vorbeugung gegen den Großen Braunen Rüsselkäfer.
- Aufbau und Pflege von gestuften Waldinnen- und -außenrändern mit standortgerechten Baum- und Straucharten sowie blühender Krautschicht.
- Kontinuierliche, bedarfsorientierte Überwachung der Schadorganismen und der Waldvitalität.
- Frühe Diagnose auftretender Gefahren und deren Bekämpfung mit den Werkzeugen des integrierten Waldschutzes.
- Kombination aus waldbaulichen, biologischen, mechanisch/technischen und chemischen Maßnahmen zur Ausnutzung aller ökologischen Wirkungen (z. B. Aufbau von Aufsitz-Julen für Greifvögel zur biologischen Mäusebekämpfung).
- Einsatz von Pflanzenschutzmitteln nur als „Ultima Ratio“.
- Stete Berücksichtigung bekannter sowie neuer Waldschutzerkenntnisse.



Nadelverluste durch Pilze (Diplodia-Triebsterben, Nadelschütte) und Insekten (Douglasiengallmücke, Grün- und Graurüssler) schädigen bereits junge Douglasien

8 BIODIVERSITÄT, SCHUTZGEBIETE UND ERHOLUNGSNUTZUNG

8.1 BIODIVERSITÄT AUF KALAMITÄTS- UND SUKZESSIONSFLÄCHEN

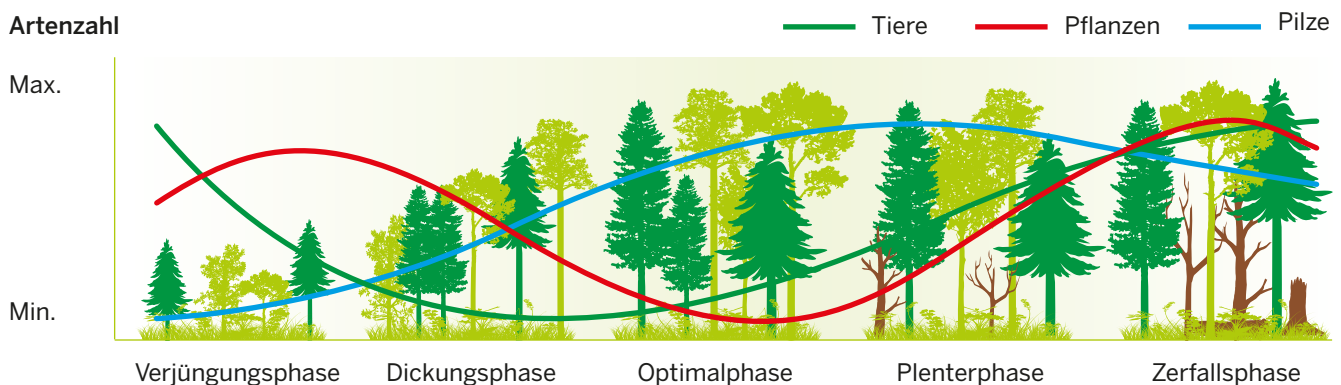
Wälder sind **dynamische Ökosysteme**, die maßgeblich durch die Langlebigkeit der Waldbäume geprägt sind. Die zeitlich aufeinanderfolgenden **Waldentwicklungsphasen** (Sukzession) finden sich grundsätzlich sowohl in Natur- als auch in Wirtschaftswäldern, allerdings zum Teil in unterschiedlicher Ausprägung.

Die großflächigen Schäden leiten in den bisherigen Fichtenwäldern Nordrhein-Westfalens eine neue Phase der Waldentwicklung ein. Aus ökologischer Sicht handelt es sich hierbei um **Störungen**, die schlagartig **neue strukturelle und klimatische Bedingungen** schaffen.

So ist das Klima auf den Schadflächen durch größere Extremwerte und eine deutlich höhere Sonneneinstrahlung gekennzeichnet. Dies hat wiederum Auswirkungen

auf den Boden, insbesondere den Bodenwasserhaushalt und die Erosionsgefährdung. Die Konkurrenzverhältnisse zwischen den Waldbäumen ändern sich.

Als Folge der derzeitigen Schadereignisse treten auf großer Fläche nun **Zerfalls- und Verjüngungsphasen** auf, die sich durch eine große Vielfalt besonderer Strukturen auszeichnen. So erhöht sich in der Regel der Anteil des liegenden und stehenden **Totholzes** sowie des verbleibenden Schlagabraums. In windwurfgeschädigten Wäldern finden sich zudem viele umgestürzte Wurzelteller. Dieser Vielfalt an Strukturen folgt eine Vielfalt an zuvor nicht oder nur untergeordnet aufgetretenen Arten. **Profiteure dieses Wandels** finden sich unter den Tieren und Pflanzen. Viele dieser Arten sind licht-, einige auch wärmeliebend.



Phasen der Waldentwicklung (Hipler, unveröffentlicht; verändert nach Hilmers et al., 2018; Scherzinger und Jedicke, 1996).

Für die typischen **Arten geschlossener Wälder** ist der Erhalt der **Habitatkontinuität** wichtig. Wenn die typischen Waldarten, vor allem unter den Pflanzen in der Krautschicht, einmal verschwunden sind, wandern sie meist nur extrem langsam wieder ein. Dieses Ziel kann zumindest punktuell über den Erhalt von Totholzgruppen oder über das Belassen vitaler Altbäume verwirklicht werden.

Bereits nach kurzer Zeit bildet sich unter der Voraussetzung angepasster Wildbestände auf den Kalamitätsflächen eine **artenreiche Schlagflora** aus, die mit ihren auffälligen Blüten zahlreiche bestäubende Insekten anlockt. Unter den **Insektenarten** spielen die Gruppen der Bockkäfer und Schwebfliegen eine große Rolle. Diese

Artengruppen zeichnen sich dadurch aus, dass sie häufig für die Larvenentwicklung auf Totholz angewiesen sind und sich die ausgewachsenen Tiere (Imagines) von Nektar ernähren.

Es etablieren sich nach einer Weile verschiedene **Pioniergehölze**, wie etwa die Sandbirke, verschiedene Weidenarten und die Eberesche. Gerade diese Baumarten weisen einen hohen Anteil an spezialisierten Arten auf. So kommen beispielsweise auf Weiden etwa 700 pflanzenfressende Insekten- und Milbenarten vor.

Von den Schlagfluren profitieren **Vogelarten**, die auf lichte Flächen, vertikale Strukturen und Grenzlinien im Wald

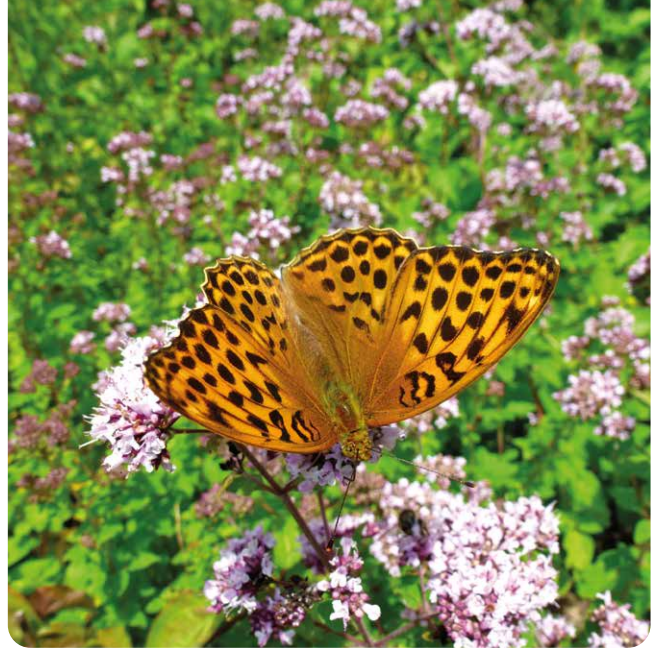
Biodiversität

angewiesen sind, wie Baumpieper oder Grauspecht. In den letzten Jahren konnten mit Wendehals und Raubwürger sogar zwei vom Aussterben bedrohte Arten die durch Windwurf und Kalamitäten entstandenen offenen Flächen neu besiedeln und sich so im Land wieder etwas ausbreiten. Mit dem Aufkommen von Gebüsch und Pioniergehölzen verschwinden diese Arten wieder und werden durch häufige Arten wie Fitis, Gimpel und Rotkehlchen ersetzt.

Zwischen und unter dem Pionierwald kommen zunehmend Baumarten der Schlusswaldgesellschaft auf, die nach und nach die Sträucher und Pionierbaumarten überwachsen und ausdunkeln. Mit der Zeit entsteht so wieder ein geschlossener Wald mit stetig abnehmenden Pionierwaldarten. Bei zu hohen Wildbeständen oder fehlenden Laubgehölzen in der Umgebung verjüngen sich vor allem die Nadelbaumarten.

Im Rahmen der aktiven Wiederbewaldung sollte der **Anteil standortgerechter und gebietsheimischer Baumarten** erhöht werden. Insbesondere **Lichtbaumarten** wie die Eichen, und an entsprechenden Standorten insektenbestäubte Baumarten wie der Feldahorn, die Vogelkirsche sowie weitere Wildobstsorten eignen sich hierfür sehr gut. Da die Buche nur sehr geringe Ausbreitungsgeschwindigkeiten aufweist, ist bei großen Kalamitätsflächen ohne Buchenaltbäume ebenfalls ein **aktives Einbringen von Buchen** erforderlich.

Unter den oben genannten Bedingungen werden über eine zeitliche und räumliche Dynamik **Bestandteile der Zerfallsphase sowie der offenen und halboffenen Wald-Lebensräume** gefördert und damit ein wichtiges Ziel für den Waldnaturschutz aus der Biodiversitätsstrategie des Landes umgesetzt.



Der Kaiserfalter (*Argynnis paphia*) lebt in Wäldern sowie an Waldrändern und Waldlichtungen mit vielen Sträuchern.

Maßnahmen zur Erhöhung der Artenvielfalt im Rahmen der Wiederbewaldung

- Erhöhung des Anteils standortgerechter und gebietsheimischer Baumarten im Rahmen der Wiederbewaldung, insbesondere Lichtbaumarten, wie Eichenarten oder insektenbestäubte Wildobstarten.
- Erhalt von Altholzresten und abgestorbenen Bäumen als liegendes oder stehendes Totholz in Gruppen sowie punktueller Belassen des Schlagabbaus.
- Anlage von Waldrändern aus standortheimischen Strauch- und seltenen blütenreichen Baumarten in Verbindung mit der aktiven Wiederbewaldung.
- Belassen der natürlichen Sukzession von Pionierbaumarten, auch auf Teilflächen.
- Erhalt individuenreicher Naturverjüngungsbereiche standortheimischer Arten zur Erhöhung der genetischen Vielfalt und zur Ermöglichung natürlicher Anpassungsprozesse.
- Belassen von Wurzeltellern zur Erhöhung der Strukturvielfalt.
- Ggf. aktives Einbringen seltener standortgerechter und gebietsheimischer Baumarten.
- Erhalt und Beachtung von Sonderstandorten auf Schadflächen, wie z.B. feuchte Mulden, Bachläufe oder offene Felsbildungen und Rohbodenstellen sowie Belassen kleiner unbestockter Flächen.

8.2 WIEDERBEWALDUNG IN SCHUTZGEBIETEN

Auch die **Wälder in Schutzgebieten** sind von den Folgen der Sturmereignisse, der Sommerdürren und des Borkenkäferbefalls der Fichten betroffen. Bei der Frage des Umgangs mit den Kalamitätsflächen in Schutzgebieten ist grundsätzlich zu beachten, dass die Wälder innerhalb von Schutzgebieten einen **besonderen naturschutzfachlichen Wert** haben. Die in der Schutzausweisung konkretisierten

Ziele des Naturschutzes sowie die **einschlägigen Ge- und Verbote** sind zu beachten. Im Rahmen der Wiederbewaldung ist es daher ratsam, vor der Kulturbegründung eine **Beratung** durch die Regionalforstämter des Landesbetriebes Wald und Holz NRW sowie der unteren Naturschutzbehörden einzuholen.

Hintergrundinformationen zu Schutzgebieten:

In Naturschutzgebieten (NSG) wird das Ziel verfolgt, Lebensstätten, Biotop oder Lebensgemeinschaften bestimmter wildlebender Pflanzen und Tiere zu erhalten, zu entwickeln oder wiederherzustellen. Folglich sind alle Handlungen verboten, die diese Schutzgüter negativ beeinflussen. In Landschaftsschutzgebieten (LSG) steht im Vergleich dazu vor allem die Erhaltung, Entwicklung oder Wiederherstellung des Charakters der Landschaft und deren Bedeutung für die Erholung im Vordergrund. Die gebietsspezifisch konkretisierten Anforderungen finden sich in den jeweiligen Schutzausweisungen, also in Landschaftsplänen oder Schutzgebietsverordnungen. Hier sind zum Beispiel Vorgaben zur Baumartenwahl zu beachten. Informationen sind bei den zuständigen unteren Naturschutzbehörden und Regionalforstämtern des LB WH NRW erhältlich.

Besondere rechtliche Regelungen gelten für Natura 2000-Gebiete: Das Schutzgebietssystem Natura 2000 vernetzt EU-weit Vorkommen von seltenen, bedrohten oder für die europäische Flora und Fauna besonders typischen Arten und deren Lebensräumen. Dieses europäische Schutzgebietssystem setzt sich aus den Fauna-Flora-Habitat-Gebieten (FFH-Gebieten) und den Vogelschutzgebieten zusammen. Anforderungen an die Baumartenwahl finden sich insbesondere für FFH-Gebiete. Diese dienen dem Schutz der natürlichen und naturnahen Lebensräume nach Anhang I (FFH-Lebensraumtypen), während besondere Tier- und Pflanzen-

arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie geschützt sind. Vogelschutzgebiete dienen dem Schutz der in Anhang I und der nach den Kriterien des Art. 4 Abs. 2 der Vogelschutzrichtlinie ausgewählten Vogelarten.

Die rechtliche Sicherung der FFH-Gebiete erfolgt in NRW zumeist über die Ausweisung als Natur-, seltener als Landschaftsschutzgebiet. Für Natura 2000-Gebiete liegen zudem Maßnahmenkonzepte (MAKOs) vor. Diese Konzepte enthalten konkretere Ziele und Maßnahmen für die Erhaltung und Entwicklung der Gebiete. Sie sind behördenverbindlich, dürfen aber auch durch private Maßnahmen nicht konterkariert werden. Private Bewirtschafter sind zwar nicht verpflichtet, die im Maßnahmenkonzept vorgesehenen Maßnahmen zur Erhaltung und Entwicklung selbst und auf eigene Kosten durchzuführen, die Durchführung der Maßnahmen muss aber geduldet werden. Häufig kommt in solchen Fällen eine Teilnahme an Fördermaßnahmen in Betracht.

In den Naturschutz- und Natura 2000-Gebieten liegen viele Informationen über die Lage der FFH-Lebensraumtypen (LRT) bzw. der gesetzlich geschützten Biotop- und bekannter Artvorkommen vor. Diese Informationen stehen gebietsspezifisch im Fachinformationssystem @LINFOS im Internet zur Verfügung. Die in NRW vorkommenden Wald-LRT, wie z. B. die großflächig vorkommenden Buchen- und Eichenwälder, sind ausnahmslos durch heimische Laubbaumarten geprägt.

In den Schutzgebieten wird für den **Erhalt und die Verbesserung des heimischen Naturerbes** mit seinen vielfältigen Lebensräumen und Arten sowie dem dafür wichtigen Biotopverbund das Ziel verfolgt, den **Anteil der natürlichen Waldgesellschaften zu erhöhen**. Die Einzelheiten ergeben sich aus den jeweiligen **Maßnahmenkonzepten**. Regelmäßig gilt: Dies kann durch Naturverjüngung erfolgen, es kann aber auch eine aktive Jungbestandspflege zur Erreichung des Schutzzwecks erforderlich sein. Aufgrund der Bestockung des Vorbestands verjüngen sich vielerorts neben den Pionierbaumarten Birke und

Eberesche beispielsweise auch Fichten und Lärchen. Die Naturverjüngung der Nadelhölzer kann zunächst neben den weiteren Baumarten aufwachsen, bis sich ein natürlicher Dichtschluss bildet. Im Anschluss daran können die Nadelhölzer dann im Rahmen der Bestandspflege sukzessiv zugunsten der Laubbaumarten entnommen werden.

Bei **Pflanzmaßnahmen in Natura 2000-Schutzgebieten** sind Waldentwicklungstypen gemäß Waldbaukonzept zu wählen, die standortgerechte und gebietsheimische Laubbaumarten beinhalten und damit kompatibel mit

den FFH-LRT sind. Lebensraumfremde Baumarten wie Douglasie oder Küstentanne dürfen in Schutzgebieten nicht eingebracht werden, da sie die Schutzziele der Gebiete gefährden können. Zudem besteht die staatliche Verpflichtung zum Erhalt der Waldlebensraumtypen auch außerhalb von FFH-Gebieten, wofür verschiedene Umsetzungsansätze verfolgt werden.

Auch wenn außerhalb von Schutzgebieten in der Regel keine zwingenden Anforderungen an die Wiederbewaldung für den privaten Waldbesitz gelten, können Maßnahmen zur Wiederbewaldung bei entsprechender Auswahl der Baumarten einen entscheidenden Beitrag zur Vernetzung von Wald-Biotopen und Arthabitaten leisten.

Ein besonderes Augenmerk sollte auf die in unseren Wäldern **seltenen, gebietsheimischen Laubbaumarten** gelegt werden. Die Vielfalt der Baumarten sorgt dabei für eine zusätzliche Risikostreuung im Klimawandel und kann die Biodiversität erhöhen. Aufgrund der Schutzziele wird die Pflanzung standortheimischer Laubhölzer über die forstliche Förderung finanziell unterstützt. Bei der Umsetzung des Waldnaturschutzes wird der Klimawandel zukünftig eine größere Bedeutung haben (vgl. Verbücheln, Hetzel und Schlüter, 2020).

Weitere Informationen und Beratung:

- Bewirtschaftung der Waldbestände: beim zuständigen Regionalforstamt des LB WH NRW
- Landschaftspläne oder Schutzgebietsverordnungen: bei der unteren Naturschutzbehörde des zuständigen Kreises oder der kreisfreien Stadt
- Informationen zu NSG, LSG, gesetzlich geschützten Biotopen, zu den FFH-Lebensraumtypen und zum Vorkommen geschützter Arten finden sich in der @LINFOS-Landschaftsinformationssammlung des LANUV: <http://linfos.api.naturschutzinformationen.nrw.de/atlinfos/de/atlinfos.extent> und <https://www.waldinfo.nrw.de/>
- Informationen zu Schutzgütern und Maßnahmenplänen der Natura 2000-Gebiete: <http://natura2000-meludedok.naturschutzinformationen.nrw.de/natura2000-meludedok/de/start>

Busch-Windröschen (*Anemone nemorosa*) im Eichenmischwald



8.3 ASPEKTE DER ERHOLUNGSNUTZUNG



Erholung im Wald

Wälder haben als **landschaftsprägendes Element** im dicht besiedelten Nordrhein-Westfalen auch eine besondere Bedeutung für die **Erholungsnutzung** und den **Tourismus**. Dies betrifft sowohl die Naherholung im städtischen Umfeld als auch die vielfältigen Formen der Freizeitnutzung in den Hauptwaldregionen, die meist zugleich bedeutende Tourismusregionen sind.

Bei der Wiederbewaldung der Kalamitätsflächen sollte bei Wäldern mit einer besonderen Funktion für die Erholungsnutzung, wie sie in der **Waldfunktionenkarte NRW** (LB WH NRW, 2019) ausgewiesen wurden (z. B. besondere Abschnitte ausgewiesener Wander-, Rad- und Reitwege sowie Aussichtspunkte), berücksichtigt werden, dass die neu angelegten Waldbestände die Anforderungen der Erholungsnutzung zukünftig möglichst gut erfüllen können.

Auch wenn **Kriterien** dafür, welche Art der Waldgestaltung seitens Erholungssuchender idealtypisch als interessant und attraktiv angesehen wird, noch Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen sind, können dennoch einige Gesichtspunkte für die Gestaltung neuer Wälder herangezogen werden (vgl. Jay et al., 2016; Pauleit und Lupp, 2016):

- Begründung strukturierter Mischbestände mit mehreren Baumarten (und langfristig einem differenzierten Altersklassenspektrum)

- Ausgewogene Beteiligung von Licht- und Schattbaumarten bzw. Laub- und Nadelbaumarten
- Beteiligung seltener Baumarten (hauptsächlich heimische Baumarten und gebietseigene Gehölze, aber – außerhalb von Schutzgebieten – vereinzelt auch Beimischungen ausgewählter eingeführter Baumarten)
- Kombination von Baumarten mit kontrastreicher, abwechslungsreicher Herbstfärbung
- Erhalt eventueller Bestandesreste in der Reife- bzw. Regenerationsphase mit entsprechenden Alt- und Totholzanteilen zur Sicherung der Lebensräume wildlebender Tiere, Pflanzen und sonstiger Organismen (unter Beachtung der Verkehrssicherheit)
- Attraktive Waldrandgestaltung (auch Waldinnenränder)
- Kleinflächiger Wechsel von Waldflächen und Offenlandstrukturen (Grünland, Wasserflächen)
- Freihalten von Sichtachsen (insbesondere an Aussichtspunkten)
- Pflégliches Vorgehen bei der Umsetzung waldbaulicher Maßnahmen (insbesondere bei Verjüngungsmaßnahmen, Holznutzung und Holztransport)

Um in stark frequentierten Erholungsgebieten eine breite Akzeptanz für die Wiederbewaldung zu erzielen, kann es sinnvoll sein, Maßnahmen gut zu kommunizieren und in regionale Prozesse einzubinden.

9 MONITORING UND FORSCHUNG ALS WISSENSGRUNDLAGEN

Die derzeitigen großen Waldschäden und die sich abzeichnenden zusätzlichen Belastungen für die Wälder im Klimawandel zeigen, dass bezüglich der Anpassung der Waldbewirtschaftung an die Folgen des Klimawandels weiterhin großer **Forschungsbedarf** besteht.

Auch die **Fachkonzepte und Instrumente für die Waldbewirtschaftung** bedürfen im **Klimawandel** der Weiterentwicklung. Dies gilt insbesondere auch für die anstehende Wiederbewaldung der großen Kalamitätsflächen. Da hier die **Grundlagen für die zukünftigen Wälder** – ihre Vitalität, Stabilität, Widerstandskraft, Biodiversität und Leistungsfähigkeit – geschaffen werden, sollte die Entscheidung über die Form der Bestandesbegründung auf der aktuell bestmöglichen Wissensgrundlage und unter Verwendung der derzeit besten, wissenschaftlich basierten Instrumente und Datengrundlagen erfolgen.

Zur Unterstützung bei der Wiederbewaldung der Kalamitätsflächen und bei der Anpassung der Waldbewirtschaftung an den Klimawandel werden das Instrument des forstlichen Umweltmonitorings ausgebaut und die Waldforschung in Nordrhein-Westfalen gestärkt.

Beim **forstlichen Umweltmonitoring** sollen die Ergebnisse der verschiedenen Erhebungsverfahren weitergehend zusammengeführt und der forstlichen Praxis zur Verfügung gestellt werden, insbesondere im Rahmen des jährlichen **Waldzustandsberichts**. Neue verfügbare Datenquellen, wie die Auswertung von Satellitendaten zur Waldvitalität und zusätzliche Bodenfeuchtemessstationen im Wald, sollen stärker in das Monitoring zum Wald einfließen. Die dritte bundesweite **Bodenzustandserhebung** wird nach ihrer Fertigstellung auch für Nordrhein-Westfalen wichtige neue Erkenntnisse zur Vitalität und Leistungsfähigkeit der Waldböden liefern.

Die **Waldforschung** in Nordrhein-Westfalen wird gestärkt. Hierbei gibt es entsprechend der Gegebenheiten in Nordrhein-Westfalen und der derzeitigen besonderen Herausforderungen verschiedene Schwerpunkte.

Die angewandte Waldforschung in Nordrhein-Westfalen leistet einen wichtigen Beitrag zur Anpassung der Waldbewirtschaftung an den Klimawandel.

Themenschwerpunkte der Waldforschung in Nordrhein-Westfalen

- Auswirkungen des Klimawandels auf die Wälder und die Anpassung der Waldbewirtschaftung an den Klimawandel (Klimaanpassung)
- Waldfunktionen/Waldökosystemleistungen (inklusive Klimaschutzbeitrag)
- Integrierte Waldbewirtschaftung (Verbindung von Waldnutzung und Naturschutz)
- Waldnaturschutz (Biodiversität, Schutzinstrumente)
- Rahmenbedingungen für den Kleinprivatwald (Organisation)
- Urbane Waldnutzung (Bedeutung der Wälder in urbanen Räumen)
- Digitalisierung im Wald (Datengrundlagen, Informations- und Entscheidungsunterstützungssysteme)
- Holzverwendung (werthaltige Laubholznutzung, Cluster Forst- und Holzwirtschaft)



Wichtige Forschungsthemen im Kontext Wiederbewaldung und Klimaanpassung sind Untersuchungen zu besonders geeigneten Herkünften und genetischen Veranlagungen der in Nordrhein-Westfalen heimischen Baumarten und ausgewählter eingeführter Baumarten, insbesondere bezüglich des Dürrestressrisikos, sowie Untersuchungen und Anbauversuche zu geeigneten eingeführten Baumarten anderer biogeografischer Regionen.

Die Stärkung der Waldforschung in Nordrhein-Westfalen soll über eine weitergehende Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Fachstellen der Landesverwaltung und mit Forschungseinrichtungen inner- und außerhalb des Landes erfolgen.

Zu den wichtigsten Forschungs- und Entwicklungsthemen für die Wiederbewaldung der Kalamitätsflächen findet ein regelmäßiger fachlicher Austausch zwischen den beteiligten Fachstellen der Landesverwaltung – Landesbetrieb Wald und Holz NRW, Landesumweltamt NRW (LANUV), Geologischer Dienst NRW und MULNV NRW – statt. Mit der Einrichtung des **Zentrums für Wald und Holzwirt-**

schaft im Landesbetrieb Wald und Holz NRW am Standort Arnsberg im Frühjahr 2020 wurden die Rahmenbedingungen für die Forschungs- und Versuchswesen sowie den Wissenstransfer in die forstliche Praxis verbessert.

In Nordrhein-Westfalen sind verschiedene renommierte wissenschaftliche Einrichtungen ansässig, die zu verschiedenen Waldthemen forschen. Für eine verstärkte Forschungs- und -kooperation mit diesen wissenschaftlichen Einrichtungen ist die Einrichtung eines **Netzwerks Waldforschung NRW** geplant – in Anlehnung an das etablierte Forschungsnetzwerk NRW-Agrar. Hierzu finden Workshops mit in Nordrhein-Westfalen ansässigen Forschungseinrichtungen wie auch mit dem Bonner Büro des Europäischen Forstinstituts statt.

Darüber hinaus sollen die wissenschaftliche Zusammenarbeit und der Erfahrungsaustausch mit Forschungseinrichtungen und Landesforstverwaltungen in anderen Bundesländern, mit Bundeseinrichtungen und auf der internationalen Ebene ausgebaut werden.

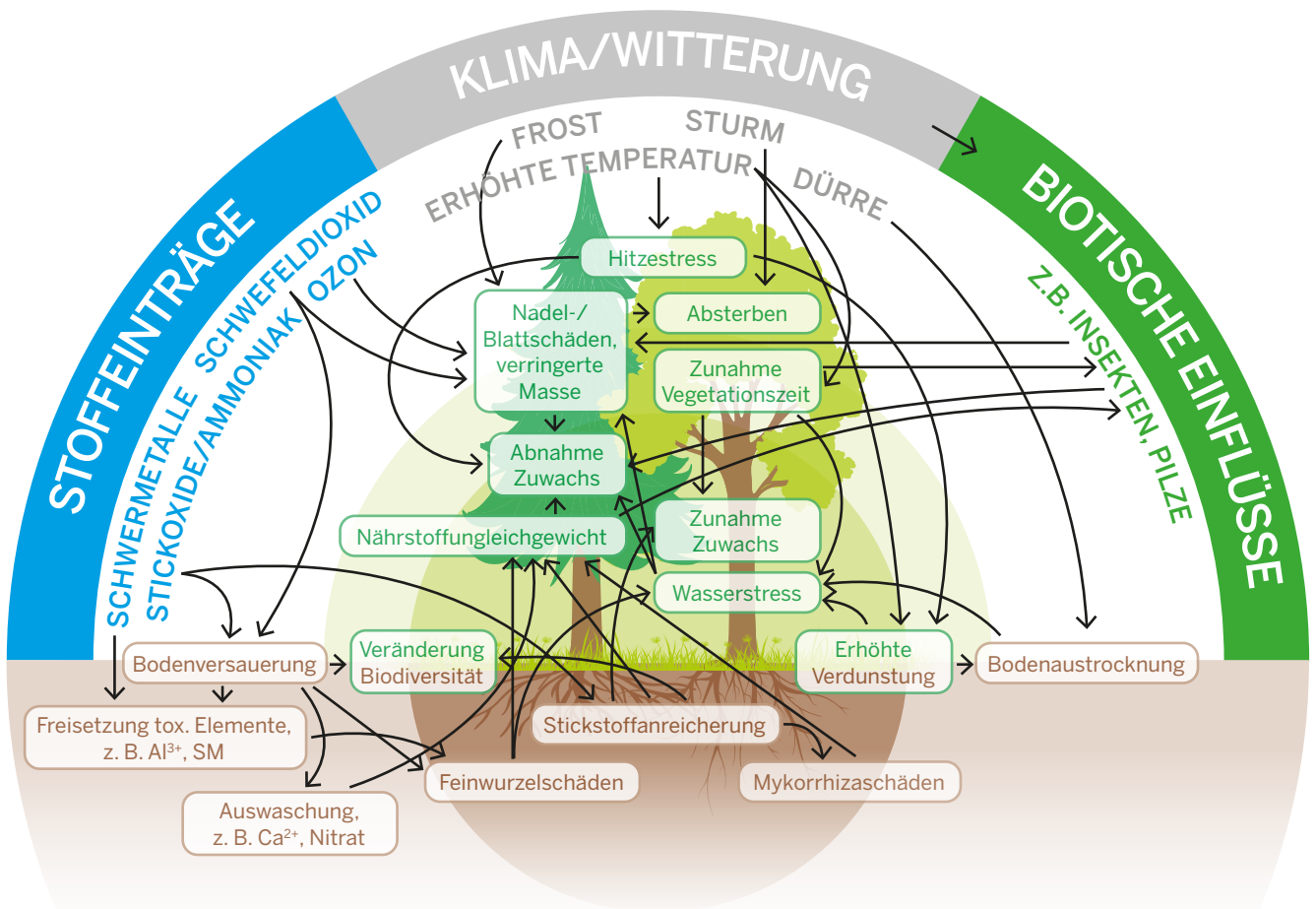
9.1 FORSTLICHES UMWELTMONITORING

Bereits seit der Debatte über das „Waldsterben“ und den „sauren Regen“ zu Beginn der 1980er-Jahre besteht ein großer **Informationsbedarf zur Vitalität der Waldökosysteme**. Daher wurde das **forstliche Umweltmonitoring** (ForUm) ins Leben gerufen. In NRW werden im Rahmen dieses europaweit harmonisierten Monitorings seit über 35 Jahren der ökologische Zustand und die Entwicklung der Wälder erforscht. Das forstliche Umweltmonitoring basiert auf zwei sich ergänzenden Säulen: der **systematischen Stichprobeninventur** auf einem 4 x 4 km-Raster (Level I) und dem **intensiven Monitoring auf ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen** (Level II).

Die Vitalität der Waldökosysteme wird durch verschiedene **Faktoren** gesteuert. Das forstliche Umweltmonitoring nimmt neben den Auswirkungen der Luftverunreinigung auf Waldökosysteme aktuell insbesondere auch die Auswirkungen des Klimawandels in den Fokus.



Depositions- und Streufalluntersuchungen auf der Level II-Fläche Haard Buche in der Westfälischen Bucht.



Schematische Darstellung der Ursache-Wirkungsbeziehungen in einem Waldökosystem. Im Falle einer zweifarbigen Beschriftung trifft die Wirkung sowohl auf das oberirdische (grün) als auch das unterirdische (braun) Waldökosystem zu (Eickenscheidt, unveröffentlicht).

Klima und atmosphärische Einträge im Wandel

Die Klima- und Witterungsbedingungen sowie die atmosphärischen Einträge spielen eine entscheidende Rolle für die Entwicklung der Waldökosysteme.

Obwohl die atmosphärischen Einträge von **Schwefeldioxid** und damit von Säuren in die nordrhein-westfälischen Wälder nach Einführung von Luftreinhaltemaßnahmen abgenommen haben und weiterhin sinken (Rückgang der Säureeinträge auf den IM-Flächen von 1983 bis 2018 um 68 %), sind die Einträge von **Stickstoff (N)** mit 20 kg N ha⁻¹ a⁻¹ (Mittel 2003–2018) weiterhin auf einem hohen Level. Diese Einträge tragen zur Versauerung der Waldböden sowie zur Eutrophierung der Ökosysteme bei.

Auswirkungen auf die Waldböden

Die Änderungen in den Klima- und Witterungsbedingungen sowie in den Einträgen wirken sich auf die Wälder in Nordrhein-Westfalen je nach Typ und Lage unterschiedlich aus. In den letzten Jahren wurde auf den Untersuchungsflächen wiederholt eine tiefgründige und langanhaltende

Austrocknung der Böden beobachtet. Besonders betroffen sind flachgründige und tonige Böden. Die **Oberbodenversauerung** geht zurück, was auf die Minderung der atmosphärischen Säureeinträge, den **Waldumbau** und die **Bodenschutzkalkung** zurückgeführt werden kann. Der Auflagehumus hat sich im Mittel zu biologisch aktiveren Humusformen weiterentwickelt. Die Nährstoffversorgung der Oberböden hat sich verbessert, insbesondere auf den gekalkten Schiefergebirgslehmen. Im Unterboden wird jedoch landesweit eine weiter **fortschreitende Versauerung** beobachtet, die mit einer Nährstoffauswaschung einhergeht. Die weiterhin hohen **Einträge von Stickstoff (N)** sind für diese Beobachtung mitverantwortlich und führen außerdem zu einer N-Anreicherung im Oberboden. Insbesondere im von hohen Einträgen betroffenen Tiefland geben die Untersuchungen Hinweise auf eine N-Sättigung der Böden und auf N-Verluste mit dem Sickerwasser.

Die Reaktion und Toleranz der Bäume auf Stressfaktoren hängt von der Baumart ab. Die Mehrfachbelastungen durch Klimawandel, chronisch hohe N-Einträge und Bodenversauerung haben im Mittel zu einer **Abnahme der Vitalität** seit Beginn der Untersuchungen beigetragen.

Alle vier Arten:

Wasserstress (insb. 2018/2019/2020)
 Hitzestress (insb. 2018/2019/2020)
 Stickstoffübersversorgung
 Mykorrhiza-/Feinwurzelschäden
 Insekten-/Pilzbefall

Einflussgrößen:

Anstieg: Temperatur/Hitze, Bodenaustrocknung, Unterbodenversauerung, Stickstoffvorrat im Oberboden

Abnahme: Säureeintrag, Oberbodenversauerung

Fichte:

Sturmwurf
 Borkenkäferbefall
 Absterben

Buche:

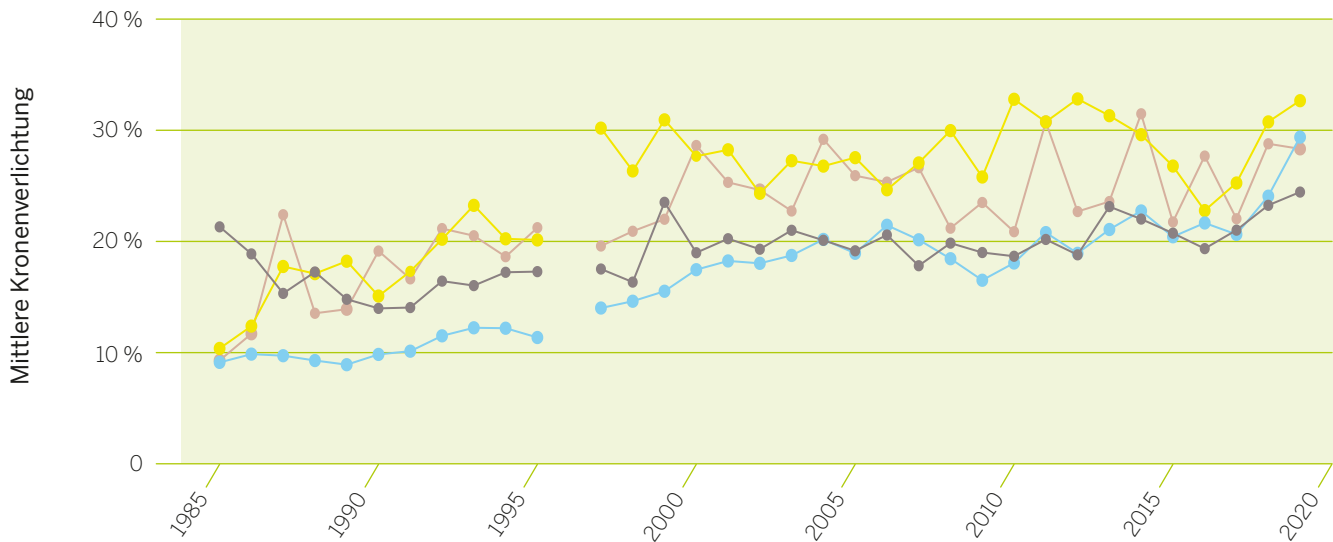
Zunahme Fruchtbildung
 Zunahme Vegetationszeit
 Blattrollen
 Blatt-/Fruchtabwurf
 Borkenkäferbefall

Eiche:

Zunahme Vegetationszeit
 Blatt-/Fruchtabwurf
 Insektenfraßwellen

Kiefer:

Insekten-/Pilzbefall



Entwicklung der Kronenverlichtung der Waldbäume in NRW von 1985 bis 2019 (Ergebnisse der Waldzustandserhebung; 1996 fand keine Erhebung statt). Die Kronenverlichtung stellt einen unspezifischen Indikator für die Vitalität dar. Aufgeführt sind die Veränderungen von wesentlichen Einflussgrößen auf die Vitalität sowie artenabhängige Beobachtungen, die in den letzten Jahren gehäuft aufgetreten sind. Bei der Buche lag starke Fruchtbildung (Mastjahr) 2000, 2004, 2011, 2014, 2016 und 2018 vor (Eickenscheidt, unveröffentlicht; Daten LB WH NRW).

Auswirkung auf die Waldbäume

Die lang anhaltende Trockenheit und Hitzebelastung der Jahre 2018 bis 2020 hatten dramatische Folgen für die Waldökosysteme und führten zum schlechtesten **Waldzustand** sowie zur höchsten Absterberate seit Beginn der Untersuchungen im Jahr 1985. Hohe Lufttemperaturen führen zu **Hitzestress** und steigern die Verdunstung der Bäume und des Waldbodens. Bei gleichzeitig fehlenden Niederschlägen führt die Austrocknung der Böden zu **Wasserstress** der Waldbäume. Der Versuch der Bäume, die Verdunstung zu reduzieren (z. B. durch frühzeitigen Blattabwurf oder Blatteinrollen), geht mit verringerter Energieproduktion und **Zuwachseinbußen** einher. Die so geschwächten Bäume sind anfälliger für **Insekten- und Pilzbefall**.

Die Häufigkeit von **Fruchtbildung** hat insbesondere bei der Buche witterungsbedingt zugenommen und wirkt sich kräftezehrend aus. In sogenannten Mastjahren wurden erhöhte Kronenverlichtungen und sinkende Zuwächse beobachtet.

Die Eichen und Buchen der Untersuchungsflächen treiben durch die höheren Temperaturen im Mittel immer früher aus und die Länge der **Vegetationszeit** nimmt zu. Dies führt zu einem höheren Wasserverbrauch der Bäume, was in Hitze-Dürre-Jahren den Wassermangel der Bäume erhöht.

Die Versorgung der Waldbäume mit Nährstoffen hat sich im Mittel verbessert. Eine Unterversorgung liegt am ehesten auf versauerten Schiefergebirgslehmen und Sand-

böden vor. Bei Eichen und Buchen findet sich vermehrt Phosphormangel, bei Fichten auf gekalkten Standorten Kaliummangel. In Folge der chronisch hohen Stickstoffeinträge hat die N-Übersorgung der Waldbäume jedoch zugenommen. Zusätzlich lassen sich **Feinwurzel-schäden** auf die N-Einträge und Versauerung zurückführen. Als indirekter Effekt des N-Überschusses werden außerdem **Mykorrhizaschäden** beobachtet. Die Stieleiche

im Tiefland, die eine schlechtere Vitalität aufweist als die Traubeneiche, scheint besonders betroffen zu sein.

Weitere Informationen zur ökologischen Situation der Wälder finden sich im jährlichen **Waldzustandsbericht** (MULNV NRW, 2020). Spezifische Informationen finden sich beispielsweise in Eickenscheidt et al. (2019) und Wellbrock, Bolte und Flessa (2016).

Fazit für die Wiederbewaldung

- Bodeneigenschaften, Witterung und atmosphärische Einträge beeinflussen den Zustand der Waldbäume; die aufstockenden Waldbestände beeinflussen wiederum die Bodeneigenschaften (z. B. spezifischer Wasserverbrauch, Streuqualität, Basenpumpe)
- Der Zustand der Waldbäume hat sich infolge von Mehrfachbelastungen seit Beginn der Untersuchungen im forstlichen Umweltmonitoring im Mittel verschlechtert
- Die weiterhin bestehende Versauerung der Unterböden sowie die Eutrophierung der Waldökosysteme bedeutet zusätzlichen Stress für die Waldbäume in Zeiten des Klimawandels
- Schwierige Ausgangssituation für die Wiederbewaldung
- Zukunftsorientiert langfristige Planung erforderlich
- Standortgerechte Baumartenwahl unter Berücksichtigung des Bodenzustandes und der erwarteten Auswirkungen des Klimawandels an diesem Standort sowie der Auswirkungen dieser Baumart(en) auf den Standort („Bodenverbesserung“ durch Laubholz, Wasserhaushalt)
- Durchführung von Bodenschutzkalkung auf durch Stoffeinträge versauerten und grundsätzlich für eine Bodenschutzkalkung geeigneten Standorten

9.2 UNTERSUCHUNGEN VON NATURWÄLDERN UND BIODIVERSITÄTSMONITORING

In Nordrhein-Westfalen werden vielfältige **Untersuchungen zu naturnahen Wäldern** und zur **Biodiversität im Wald** durchgeführt. Die Erkenntnisse dieser Untersuchungen geben wertvolle Hinweise, welche Aspekte natürlicher Waldentwicklung bei der Wiederbewaldung der Kalamitätsflächen berücksichtigt werden können. In Bezug auf die natürliche Entwicklung nach Störungsereignissen geben sie Hinweise darauf, welche **ökologischen Faktoren** die Stabilität und Resilienz von Wäldern begünstigen können.

In landesweit 75 **Naturwaldzellen** – für die Forschung und Lehre meist seit vielen Jahrzehnten aus der forstlichen Nutzung genommene naturnahe Wälder – wird die Biodiversität zum Teil seit den 1970er-Jahren untersucht. In nahezu allen Naturwaldzellen wird regelmäßig die Vielfalt der Gehölze und die sonstige Vegetation erfasst. Darüber hinaus sind in zahlreichen Naturwaldzellen Erfassungen zur Vielfalt von Pilzen, Käfern sowie Moosen und Flechten durchgeführt worden. Über weitere Artengruppen liegen für Einzelflächen ebenfalls Untersuchungen vor. Die Naturwaldzellen dienen somit als Beobachtungsflächen für großräumig wirkende Umweltveränderungen inklusive Klimawandel und sind Refugien für seltene Pflanzen und

Tiere. Das Naturwaldzellen-Konzept wird derzeit weiterentwickelt.

Die Untersuchungen in den Naturwaldzellen zeigen das Potenzial zur Verjüngung der Baumarten in den **natürlichen Waldgesellschaften**. Die Schattbaumarten – und hier vor allem die Rotbuche – dominieren in der Verjüngung. Der Bergahorn ist in nahezu allen Waldgesellschaften begleitend vertreten, auf basenreichen Standorten zusammen mit anderen Ahornarten sowie Eschen und Vogelkirschen. Im Flachland treten auf sauren Standorten vermehrt Eichen und Ebereschen hinzu, auf den wechselfeuchten Standorten Hainbuche und Winterlinde. Im Schutz des Zaunes wachsen diese Baumarten in die obere Verjüngungsschicht (> 1,5 m Höhe). Außerhalb der gezäunten Kernflächen wird jedoch häufig der **Einfluss des Schalenwildes auf die Verjüngung** deutlich: Für drei Viertel aller Naturwaldzellen in der Verjüngungsphase ist dort eine deutlich geringere Artenvielfalt der Baumverjüngung festzustellen. Die Nebenbaumarten werden merkbar zurückgedrängt (vor allem Eiche, Esche, Vogelkirsche, Eberesche) und wachsen lediglich in Ausnahmefällen in die obere Verjüngungsschicht ein.



Verjüngung von Buche innerhalb und außerhalb des Zauns am Beispiel der Naturwaldzelle Hellerberg.

Seit 2009 wurden landesweit insgesamt 111 **Wildnisentwicklungsgebiete** nach Landesnaturschutzrecht ausgewiesen und aus der forstlichen Nutzung genommen. In 32 dieser Gebiete fanden in den vergangenen Jahren Untersuchungen zur Vielfalt der Vegetation, der Biotopbäume, der Brutvögel und ausgewählter Pilzarten statt; weitere Erfassungen wie zum Beispiel die von Fledermäusen sind geplant.

Im 2004 ausgewiesenen **Nationalpark Eifel** wird die Entwicklung der Artenvielfalt durch ein Monitoring begleitet. Mittlerweile liegen Daten von über 10.000 nachgewiesenen Tier-, Pilz- und Pflanzenarten vor, von denen über 2.300 einen Gefährdungsstatus nach den bundes- oder landesweiten Roten Listen aufweisen. Die weitaus artenreichste Gruppe sind die Insekten, hier vor allem Käfer, Schmetterlinge, Haut- und Zweiflügler, gefolgt von den Pilzen und den Farn- und Blütenpflanzen. Der Nationalpark kann als der bestuntersuchte Landschaftsausschnitt in NRW angesehen werden und trägt eine besondere Verantwortung für eine Vielzahl von Arten der FFH- und Vogelschutzrichtlinie.

Zur Beobachtung der Biodiversität betreibt das Land seit 1997 das Monitoringprogramm der **ökologischen Flächenstichprobe**. In der ökologischen Flächenstichprobe stehen im Gegensatz zu den oben beschriebenen Gebieten weit verbreitete Lebensräume und Arten der

Normallandschaft im Fokus. Kern der Untersuchungen sind die Biotoptypen, ihre Pflanzenarten und Strukturen, die Vogelwelt und seit 2017 zusätzlich verschiedene Insektengruppen. Wälder stellen als Teil der Normallandschaft einen wichtigen Untersuchungsraum der ökologischen Flächenstichprobe dar. Die Auswirkungen extremer Wetterereignisse auf die Biodiversität, wie Windwurf oder Insektenkalamitäten, werden in der ökologischen Flächenstichprobe erfasst und lassen sich für alle Wälder – Laub-, Misch- und Nadelwald – und ihre Nutzung analysieren.

Die Entwicklung der Biodiversität bildet der aus der ökologischen Flächenstichprobe gespeiste Indikator „Artenvielfalt und Landschaftsqualität“ ab. Für den Lebensraum Wald wird im entsprechenden Teilindikator die Entwicklung von 19 Vogelarten zusammenfassend betrachtet. Der Teilindikator „Wald“ steigt in den letzten zehn Jahren kontinuierlich an. Vom Zielwert im Jahre 2030 ist der Indikatorwert jedoch noch entfernt. Mit Baumpieper, Grauspecht und Trauerschnäpper sind im Indikator drei Arten enthalten, deren Bestände von Strukturvielfalt und offenen Bereichen im Wald profitieren, wie sie infolge von Windwurf und Kalamitäten auftreten. Die Auswirkungen der aktuellen Kalamitäten auf die Biodiversität der Wälder können über den Indikator beobachtet werden. Mit der Integration offener und strukturreicher Bereiche auf kleinen Flächen im Zuge der Wiederbewaldung können diese und weitere Arten erhalten und gefördert werden.

10 UNTERSTÜTZUNGSANGEBOTE UND CHECKLISTE

Informations-, Beratungs- und Schulungsangebote

Das Land Nordrhein-Westfalen hält verschiedene Informations-, Beratungs- und Schulungsangebote zur Wiederbewaldung von Kalamitätsflächen vor.

Grundlegende öffentliche Daten zu den Wäldern in NRW und für die Waldbewirtschaftung sind über die entsprechenden Fachinformationssysteme des Landes NRW, insbesondere das **Internetportal Waldinfo.NRW**, verfügbar. Dies beinhaltet unter anderem öffentliche Karten zu Themen wie Waldbedeckung, Boden- und Standorttypen, Klimadaten, Waldwege und Naturschutzflächen.



Seitens des LB WH NRW stehen das **Zentrum für Wald und Holzwirtschaft** sowie die **Regionalforstämter** für allgemeine waldbauliche Informationen und Beratungen zur Verfügung.

Der LB WH NRW bietet im Rahmen des **forstlichen Bildungsprogramms** Schulungen für Forstfachleute und Waldeigentümer/-innen zum Wiederbewaldungskonzept NRW, zum Waldbaukonzept NRW und zu weiteren waldbaulichen Themen an. Die **waldbaulichen Schulungen** finden an verschiedenen Standorten in Nordrhein-Westfalen statt. Derzeit sind dies die drei Standorte Arnsberg, Bonn und Münster. Zum Teil beinhalten die Schulungen auch die Nutzung von IT-unterstützten Demonstrationsflächen (Marteloskopflächen).

Förderung waldbaulicher Maßnahmen

Über die **Förderrichtlinien zur Bewältigung der Extremwetterfolgen** sowie zur **Förderung forstlicher Maßnahmen im Privat- und Kommunalwald** können verschiedene Maßnahmen der Wiederbewaldung und verschiedene waldbauliche Maßnahmen unter bestimmten Bedingungen gefördert werden (vgl. Kap. 6 „Förderung“).



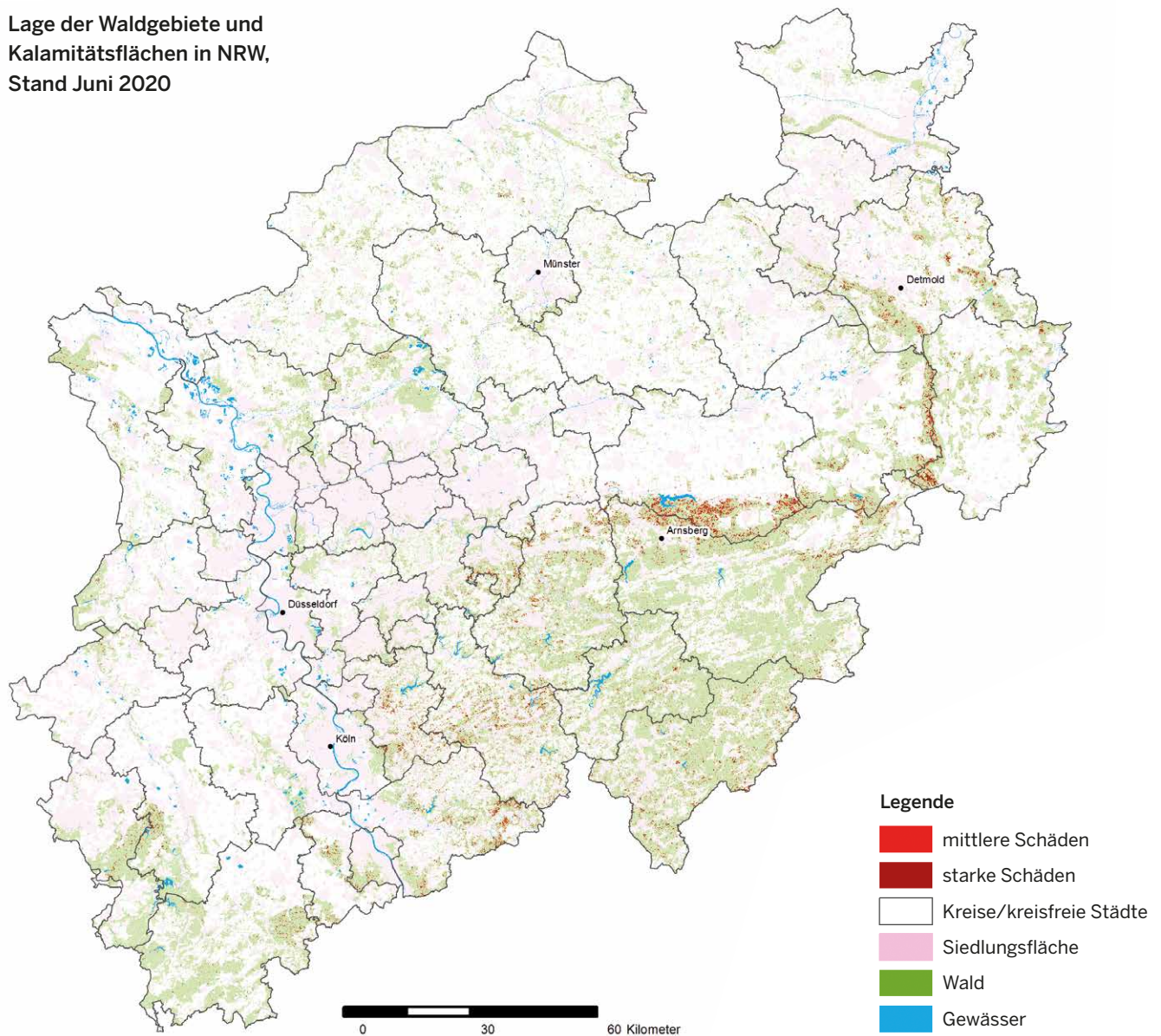
Forster und Waldbesitzerin im Beratungsgespräch.

Thema	Inhalt	Ansatz/Anmerkungen
Welche Waldflächen sind betroffen?	Lokalisierung und Abgrenzung der Waldfläche und des Waldeigentums	Digitale Karten Waldfläche und Flurstücke (Waldinfo.NRW)
Wie ist die Ausgangslage? Gibt es einen Restbestand?	Feststellung des Schadensausmaßes (Lücken, Kleinfläche, Großfläche) und des evtl. Restbestandes, Beachtung der umliegenden Bestände als Quelle für Naturverjüngung	Forsteinrichtung, digitale Karte Vitalitätsabnahme (Waldinfo.NRW), digitale Karten Waldfläche (Waldinfo.NRW)
Welche rechtlichen Erfordernisse gibt es?	Aufforstungsgebot nach Landesforstgesetz und aktuelle Anwendung im Kalamitätsfall, naturschutzrechtliche Auflagen bezüglich der Bestandesbegründung (Behandlung von Naturverjüngung, Baumartenwahl)	Landesforstgesetz und Erlassregelung Aufforstungsfrist, Erlassregelung Natura 2000, digitale Karte Naturschutz (Waldinfo.NRW), Flächen mit besonderer naturschutzfachlicher Bedeutung und Beratung durch die unteren Forst- und Naturschutzbehörden, Biotopkataster
Welcher Waldstandort liegt vor?	Standorttyp (Vegetationszeit, Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit) nach derzeitigem Klima und unter Berücksichtigung der ausgewählten Klimawandelszenarien	Forsteinrichtung, digitale forstliche Standortkarte (Waldinfo.NRW)
Welche Ziele hat der Waldbesitz? Wo liegt sein betrieblicher Schwerpunkt bzw. welche wichtigen Waldfunktionen liegen vor?	Festlegung waldbaulicher Zielsetzungen für den Bestand nach den betrieblichen Schwerpunkten	Digitale Karte Waldfunktionen (Waldinfo.NRW), Waldkompass NRW
Wie soll der Zielbestand aussehen?	Waldentwicklungstypen und Baumarten	Waldbaukonzept, digitale Karten Baumarteneignungs- und WET-Empfehlungskarten (Waldinfo.NRW)
Wie soll der neue Bestand begründet werden?	Räumliche Verteilung und Mischungsformen, Nutzen standortgerechter Naturverjüngung, forstliches Vermehrungsgut, Qualitätssicherung Pflanzverfahren, Waldrandgestaltung	Pflanzschemata Bestandesbegründung, Liste Baumarten und Herkünfte
Wie soll der neue Bestand gesichert bzw. gepflegt werden?	Mechanischer Schutz, insb. besondere Risiken der Freifläche (Klima, Konkurrenzvegetation, Mäuse, Insekten etc.), nachhaltige Kulturpflege	Qualitätskriterien, Übersicht biotische und abiotische Schadsrisiken, Bestandesbegründung
Wie ist die Wildsituation? Was ist das jagdliche Ziel?	Empfehlungen Wildmanagement/Jagd nach forstlichen Schadereignissen	Verbiss- und Schältschadensgutachten, Weisergatter, inkl. Begutachtung Verbiss der Vegetation, Jagdpachtverträge
Welche Fördermöglichkeiten gibt es?	Förderung der Wiederbewaldung und forstlicher Maßnahmen	Förderrichtlinien Extremwetterfolgen sowie forstliche Maßnahmen im Privat- und Kommunalwald, Beratung durch die Regionalforstämter des Landesbetriebes Wald und Holz NRW
Wo gibt es weitere Informationen?	Diverse Publikationen und Internetangebote sowie Beratungs- und Schulungsangebote zur Wiederbewaldung nach Kalamitäten	Internetportal Waldinfo.NRW, Internetseiten des Landesbetriebes Wald und Holz NRW und des Umweltministeriums NRW, Beratung in Form von „Rat und Anleitung“ durch den Landesbetrieb Wald und Holz NRW, forstliches Bildungsprogramm NRW

ANHANG

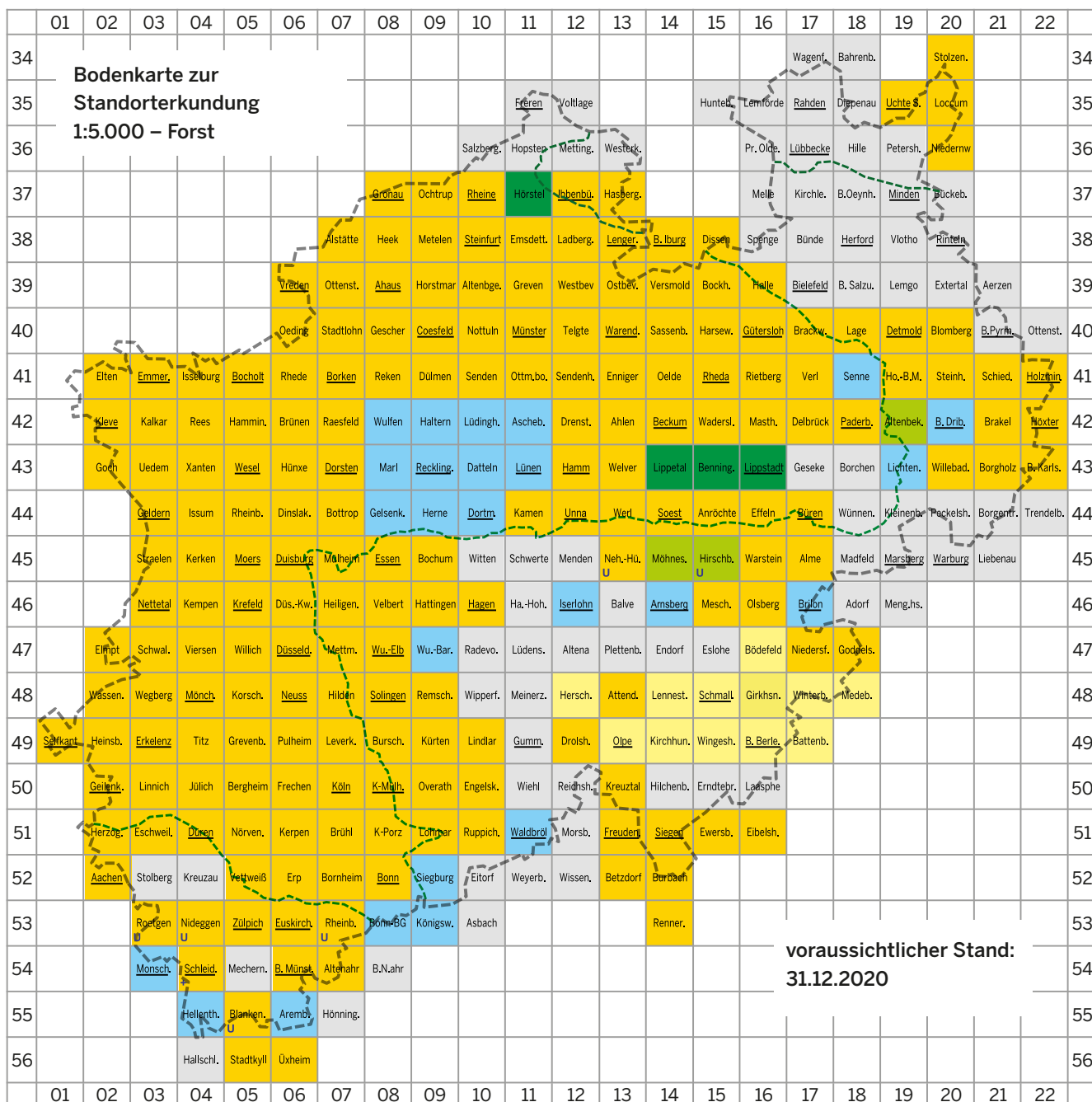
ANHANG 1: KALAMITÄTSKARTE

Lage der Waldgebiete und
Kalamitätsflächen in NRW,
Stand Juni 2020



Quelle: LB WH NRW, unveröffentlicht (Geodaten zur Vitalitätsabnahme im Nadelwald, basierend auf der Auswertung von Sentinel-2-Daten, Wald und Holz.NRW, 06/2020; Geodaten zu Verwaltungsgrenzen, Siedlungsflächen, Gewässer- und Waldbedeckung gemäß ATKIS-Basis DLM, Bezirksregierung Köln, Geobasis.NRW, 2019)

ANHANG 2: VERFÜGBARKEIT BODEN- UND STANDORTKARTEN



digitale BK5-Forst inkl. Forstlicher Standortkarte (WMS)

analoge BK5-Forst

digitale BK5-Forst in Ausarbeitung/Kartografie

laufende BK5-Forst-Geländeaufnahme

Bodenkarte 1 : 50.000 inkl. Forstlicher Standortkarte (FSK 50, landesweit vorhanden, WMS)

Grenze zwischen Flachland und Bergland

Digitale Bodenkarte zur Forstlichen Standorterkundung 1 : 5.000: größere Projektkartierungen in Teilgebieten

Blattname der TK25
unterstrichen: Blattname der TK50

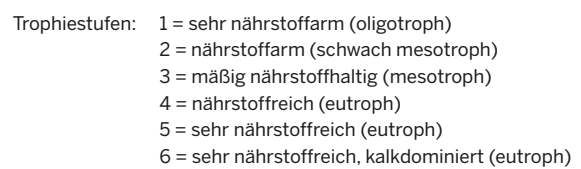
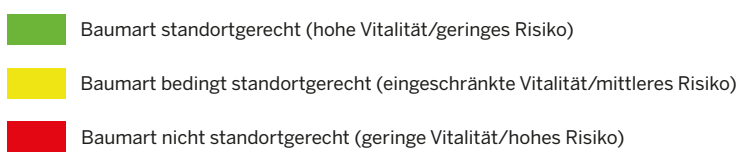
großmaßstäbige Forstliche Standortkartierung

BK5-Forst fehlt; Forstliche Standortkartierung der LÖBF/LB WH NRW liegt vor (1 : 5.000 oder 1 : 10.000; z. T. nicht flächendeckend)

Quelle: GD NRW, unveröffentlicht

ANHANG 3: BAUMARTEN-STANDORTANSPRÜCHE

Baumart	Stieleiche	Traubeneiche	Roteiche	Esskastanie*	Rotbuche	Hainbuche	Esche	Bergahorn	Spitzahorn	Feldahorn	Vogelkirsche	Bergulme	Flatterulme	Feldulme	Winterlinde	Sommerlinde	Walnuss*	Schwarznuß*	Sandbirke	Moorbirke	
Mindestlänge der Vegetationszeit in Tagen	120	130	120	140	110	120	120	110	130	140	130	120	130	130	130	130	150	140	110	110	
Trophiestufe	1-6	1-6	2-4	2-4	1-6	2-6	3-6	3-6	3-6	3-6	2-6	2-4	2-6	2-6	2-6	2-6	2-6	1-4	1-6	1-3	
Gesamtwasserhaushalt																					
sehr trocken																					
trocken																					
mäßig trocken																					
mäßig frisch																					
frisch																					
sehr frisch																					
grundfrisch																					
grundfeucht																					
feucht																					
nass																					
staunass																					
wechselfeucht																					
mäßig wechselfeucht																					
wechselfeucht																					



Schwarzerle	Wildapfel	Wildbirne	Vogelbeere	Elsbeere	Robinie*	Aspe	Schwarzpappel	Balsampappel	Baumweiden	Fichte	Weißtanne	Pazifische Edeltanne	Große Küstentanne	Westliche Hemlock*	Schwarzkiefer	Weymouths-kiefer	Kiefer	Europäische Lärche	Japanische Lärche	Douglasie	Riesenlebensbaum*	Riesenmammutbaum*	Eibe
110	130	130	100	140	150	100	150	130	130	100	110	100	110	120	140	120	100	120	120	120	130	140	130
3-5	3-6	3-6	1-4	3-6	1-6	1-4	3-6	1-4	2-6	1-3	2-6	1-4	1-6	1-4	1-6	1-4	1-5	1-6	1-4	1-4	1-4	1-4	3-6

*bisher geringe waldbauliche Erfahrungen, daher Versuchs-anbau

Quelle: verändert nach Asche (u. a. Asche und Schulz, 2010) (vgl. aid infodienst, 2014a)

ANHANG 4: WALDENTWICKLUNGSTYPEN-PFLANZENZAHLEN FREIFLÄCHE

Mögliche Sortimente, Pflanzanzahlen und Pflanzabstände (in Anlehnung an das Waldbaukonzept NRW, Sortiment Pflanzengröße, Alter, Saatbeet/Verschulbeet, Con = Containerpflanze)

Variante Bestandesumbau	Baumart (Pflanzung)	Pflanzfläche/ha	Pflanzenanzahl/ ha	Verband (m) (alternativ)	Alter/Sortiment (cm)		
					1+0 30/50	2+0 50/80	3+0 20/150
1. Traubeneichen- Mischwald	Traubeneiche	5.000 m ²	2.500	2 x 1m (3 x 1m)	1+0 30/50	2+0 50/80	3+0 20/150
	Spitzahorn	700 m ²	233	3 x 1m (2 x 2m)	1+0 30/50	1+1 50/80	1+2 120/150
	Vogelkirsche	600 m ²	133	3x1,5m(3x1,7m)	1+0 30/50	1+0 50/80	1+1 120-150
	Esskastanie	600 m ²	100	3 x 2m (3 x 3m)	1+0, 30/50	1+0 50/80	1+1 120-150
2. Stieleichen- Mischwald	Stieleiche	5.000 m ²	2.500	2 x 1m (3 x 1m)	1+0 30/50	2+0 50/80	3+0 120/150
	Hainbuche	800 m ²	267	3 x 1m (2 x 2m)	2+0 30/50	2+0 50/80	1+2 80/120
	Winterlinde	600 m ²	200	3 x 1m (2 x 2m)	2+0 30/50	2+0 50/80	2+0 80/120
	Schwarzerle	600 m ²	133	3 x 1,5m (8 x 8m, Voranbau)	1+1 30/50	1+1 50/80	1+1 80/120
3. Edellaubholz- Mischwald	Bergahorn	3.700 m ²	1.233	3 x 1m (2 x 2m)	1+0 30/50	1+0 50/80	1+1 120/150
	Vogelkirsche	600 m ²	133	3 x 1,5m (3 x 1,7m)	1+0 30/50	1+0 50/80	1+1 120-150
	Flatterulme	600 m ²	200	3 x 1m (3 x 2m)	1+1 30/50	1+1 50/80	1+2 80/120
	Nussbaum (Walnuss/ Schwarznuß)	600 m ²	50	3 x 4m (3 x 3m)	1+0 30/50	1+0 50/80	1+1 120-150
	Buche	1.500 m ²	750	2 x 1m (2 x 0,75)	1+0 30/50	1+1 50/80	1+2 120-150
4. Douglasien- Mischwald	Douglasie	3.000 m ²	600	2,5 x 2m (3 x 2m)	2+0 20/40	1+2, Con 40/60	1+2 50/80
	Buche	2.500 m ²	1.250	2 x 1m (2 x 0,75)	1+0 30/50	1+1 50/80	1+2 120-150
	Küstentanne	800 m ²	160	2,5x 2m (3 x 2m)	2+0 15/30	1+2, Con 30/50	1+2 30/60
	Vogelkirsche	1.000 m ²	222	3 x 1,5m (3 x 1,7m)	1+0 30/50	1+0 50/80	1+1 120-150
	Esskastanie	400 m ²	67	3 x 2m (3 x 3m)	1+0 30/50	1+0 50/80	1+1 120-150
5. Kiefern- Mischwald	Kiefer	3.000 m ²	1.500	2 x 1m (2,5 x 1m)	1+1 30/50	1+2 50/80	2+1 50/80
	Buche	2.000 m ²	1.000	2 x 1m (2 x 0,75)	1+0 30/50	1+1 50/80	1+2 120-150
	Douglasie	600 m ²	120	2,5 x 2m (3 x 2m)	2+0 20/40	1+2, Con 40/60	1+2 50/80
	Traubeneiche	1.500 m ²	750	2 x 1m (3 x 1m)	1+0 30/50	2+0 50/80	3+0 120/150
	Esskastanie	600 m ²	100	3 x 2m (3 x 3m)	1+0 30/50	1+0 50/80	1+1 120-150

Mögliche Sortimente, Pflanzanzahlen und Pflanzabstände (in Anlehnung an das Waldbaukonzept NRW, Sortiment Pflanzengröße, Alter, Saatbeet/Verschulbeet, Con = Containerpflanze)

Variante Bestandesumbau	Baumart (Pflanzung)	Pflanzfläche/ha	Pflanzenanzahl/ ha	Verband (m) (alternativ)	Alter/Sortiment (cm)		
6. Buchen- Mischwald – laubholz- orientiert inkl. Variante eines künstlichen Vorwaldes	Buche	5.000 m ²	2.500	2 x 1m (2 x 0,75)	1+0 30/50	1+1 50/80	1+2 120-150
	Schwarzerle	800 m ²	178	3 x 1,5m (8 x 8m, Vorwald)	1+1 30/50	1+1 50/80	1+1 80/120
	Spitzahorn	800 m ²	267	3 x 1m (2 x 2m)	1+0 30/50	1+1 50/80	1+2 120/150
	Vogelkirsche	600 m ²	133	3 x 1,5m (3 x 1,7m)	1+0 30/50	1+0 50/80	1+1 120-150
	Schwarzerle (Vorwald)	10.000 m ²	156	8 x 8m	1+1 30/50	1+1 50/80	1+1 80/120
6. Buchen- Mischwald – mit Nadelholz inkl. Variante eines künstlichen Vorwaldes	Buche	4.000 m ²	2.000	2 x 1m (2 x 0,75)	1+0 30/50	1+1 50/80	1+2 120-150
	Douglasie	1.800 m ²	360	2,5 x 2m (3 x 2m)	2+0 20/40	1+2, Con 40/60	1+2 50/80
	Roteiche	800 m ²	320	2,5 x 1m (3 x 1m)	1+0 30/50	2+0 50/80	3+0 120/150
	Esskastanie	600 m ²	100	3 x 2m (3 x 3m)	1+0 30/50	1+0 50/80	1+1 120-150
	Europäische Lärche (Vorwald)	10.000 m ²	156	8 x 8m	1+1 30/50	1+2 50-80	1+2 80-120
	Schwarzerle (Vorwald)	10.000 m ²	156	8 x 8m	1+1 30/50	1+1 50/80	1+1 80/120
7. Fichten- Mischwald	Fichte (aus Naturver- jüngung)	4.500 m ²	max. 1.500-2.000 Pfl./ha	divers	divers		
	Buche	2.000 m ²	1.000	2 x 1m (2 x 0,75)	1+0 30/50	1+1 50/80	1+2 120-150
	Bergahorn	1.500 m ²	500	3 x 1m (2 x 2m)	1+0 30/50	1+0 50/80	1+1 120/150
	Weißtanne	800 m ²	267	2 x 1,5m (2 x 2m)	2+2 15/30	2+2, Con 30/50	2+2 25/50
8. Extensiver Umbau zu Laubholz- Mischwald	Schwarzerle	1.400 m ²	311	3 x 1,5m (8 x 8m, Vorwald)	1+1 30/50	1+1 50/80	1+1 80/120
	Stieleiche	1.000 m ²	500	2 x 1m (3 x 1m)	1+0 30/50	2+0 50/80	3+0 120/150
	Winterlinde	600 m ²	200	3 x 1m (2 x 2m)	2+0 30/50	2+0 50/80	2+0 80/120
	Hainbuche	600 m ²	200	3 x 1m (2 x 2m)	2+0 30/50	2+0 50/80	1+2 80/120
9. Extensiver Umbau zu Douglasien- Mischwald (Trupp- pflanzung)	Douglasie	1.053 m ²	117	3 x 3m (3 x 2m)	2+0 20/40	1+2, Con 40/60	1+2 50/80
	Buche	420 m ²	210	2 x 1m (2 x 0,75)	1+0 30/50	1+1 50/80	1+2 120-150
	Küstentanne	405 m ²	45	3 x 3m (3 x 2m)	2+0 15/30	1+2, Con 30/50	1+2 30/60
	Roteiche	150 m ²	75	2 x 1m (3 x 1m)	1+0 30/50	2+0 50/80	3+0 120/150
	Esskastanie	405 m ²	45	3 x 3m (3 x 2m)	1+0 30/50	1+0 50/80	1+1 120-150

ANHANG 5: KRITERIEN FÜR PFLANZENQUALITÄT

Sorgfaltskriterien	Hinweise	Auswirkungen							
		Anwuchserfolg	Qualität	Stabilität	Überlebensrate	Vitalität	Wurzeldeformation	Wurzelentwicklung	Zuwachsverhalten
Größe	So klein wie möglich, so groß wie nötig Großpflanzen nur in Ausnahmesituationen <i>Möglichst: 30–50 cm; 50–80 cm</i>	X		X	X		X	X	
Alter	Je jünger eine Pflanze, desto besser erfolgt die Etablierung am neuen Standort <i>Möglichst: 1–2* (2–4**) -jährig</i>	X		X	X		X	X	
Sortiment	Geringe Beeinflussung der Forstpflanzen während der Produktion <i>Möglichst:</i> <i>Sämlingssortimente 1+0, 2+0* bzw.</i> <i>Verschulsortimente 1+1*, 1+2, 2+2</i>	X		X			X	X	
Spross (Form, Verholzung Kambium, Pilzbefall Verletzungen)	Der Baumart entsprechende Ausbildung. Das Verhältnis von Wurzelvolumen/ Sprossvolumen soll im Rahmen 1:2** bis 1:4* bleiben · Gute Verholzung, mit frischem (lebenden) Kambium, ohne schädlichen Pilzbefall · Frei von Beschä- digungen durch Ausheben, Lagerung, Transport	X	X	X	X	X			X
Verzweigung	Zwieselschnitt als Qualitätsschnitt zulässig (Umfang beachten)	X	X		X				X
Vitalität (Frische, Ernährung Gesundheit)	Keine Beeinträchtigungen durch Erwärmung, Gärung, Fäulnis, Nadelabfall	X			X	X			X
Wurzel¹	Gute Wurzellänge Hoher Feinwurzelanteil Frische Feinwurzeln Ohne größere Verletzungen oder Deformationen <i>Möglichst: 18–25 cm Wurzellänge</i> Wurzelbehandlung mit Verdunstungsschutz für Transport/Lagerung	X		X	X	X		X	X


¹ Die aufgeführten Sorgfaltskriterien gelten auch für Kleinballen- und Containerpflanzen. Eine Überprüfung der Wurzeln erfolgt bei Kleinballensorti-
menten durch Abschütteln bzw. Abspülen des Substrates.


*Laubholz: Sortiment bis ca. 80 cm

**Nadelholz: Sortiment bis ca. 50 cm

Quelle: LB WH NRW, unveröffentlicht.

ANHANG 6: WICHTIGE BIOTISCHE SCHADRISIKEN IM KULTURSTADIUM

Eiche 		
Maikäfer (<i>Melolontha</i> spp.)	Eichenwickler (<i>Tortrix viridana</i>)	Hallimasch (<i>Armillaria mellea</i>)
Der Maikäfer tritt in den Befallsregionen zyklisch in bestimmten Zeitspannen auf und schädigt hauptsächlich durch den Wurzelfraß der Engerlinge. Alle 40 bis 50 Jahre entstehen Massenvermehrungen, wodurch Kulturen komplett absterben können.	Die Larven des Schmetterlings fressen im Frühjahr die austreibenden Knospen, wodurch diese absterben. Problematisch wird es, wenn der nach diesem Fraß folgende Regenerationsaustrieb stark vom Eichenmehltaupilz befallen wird, in diesem Fall können junge Bäume in der Krone oder gänzlich absterben.	Durch Trockenheit oder den Pflanzschock geschwächte Pflanzen können eine Infektion nicht ausreichend durch die Bildung von Abwehrstoffen bzw. Abgrenzungsgewebe abwehren und es wächst ein Myzelstrang des Pilzes in die Wurzelrinde ein. Anschließend schädigt der Hallimasch den Baum als Rindenparasit („Kambiumkiller“) oder Fäuleerreger, wodurch befallene Pflanzen absterben.

Buche 			
Rindenfressende Mäusearten (Erdmaus, Feldmaus, Rötelmaus)	Frostspannerarten (<i>Operophtera</i> spp.)	Buchenblattbaumlaus (<i>Phyllaphis fagi</i>)	Buchenkrebslaus (<i>Schizodryobius pallipes</i>)
Diese oberirdisch fressenden Mäusearten führen im Winter und zeitigen Frühjahr zu Rindenfraßschäden, wodurch Pflanzen vertrocknen bzw. anfällig gegenüber holzersetzenen Pilzen werden. Durch regelmäßig auftretende Massenvermehrungen kommt es in Kulturen zu erheblichen Ausfällen.	Die Frostspannerraupe können im Frühjahr zum Kahlfraß in den anwachsenden Kulturen führen. Pflanzen, die nicht ausreichend mit dem Regenerationsaustrieb reagieren, können in der Krone oder gänzlich absterben.	Diese gelbgrünen Läuse befallen im Mai/Juni die jungen Buchenblätter und sondern eine weiße, watteartige Substanz ab. Die befallenen Buchenblätter rollen sich vom Rand her ein und verbraunen. Hierdurch kommt es lediglich zur Schwächung der Bäumchen.	Diese Lausart verursacht im Gartenholz an den Stämmchen absterbende Rindenbereiche. Hierdurch können gruppen- bis truppweise große Ausfälle auftreten. Gefördert wird der Befall durch Ameisen, welche die schwarzbraunen, bis zu 5 mm großen Läuse vor Fressfeinden schützen und zu einer erhöhten Saugaktivität anregen.


Eichenmehltaubefall.




Mäusenageschäden an Buche.



Douglasie 			
Rußige Douglasienschütte (<i>Phaeocryptopus gaeumannii</i>)	Phomopsis-Rindenschilddkrankheit (<i>Phacidium coniferarum</i>)	Diplodia-Triebsterben (<i>Sphaeropsis sapinea</i>)	Douglasiengallmücke (<i>Contarinia</i> spp.)
Zu erkennen ist der Befall zunächst an schwarzen Pyknidien, die sich auf der Unterseite der grünen Nadeln befinden. Nach zwei bis drei Jahren verfärben sich diese Nadeln von der Spitze ausgehend braun und fallen bei stärkerem Befall ab. Im Gegensatz zur Rostigen Douglasienschütte werden sämtliche Herkünfte befallen.	Dieser pilzliche Erreger verursacht eine Rindenerkrankung, bei der Pflanzenteile oberhalb der Infektionsstelle (Einschnürung) absterben. Junge Douglasien können hierdurch absterben.	Dieser Nadelpilz verursacht an jungen Douglasien in Nordrhein-Westfalen seit 2017 ein auffälliges Triebsterben. Er lebt saprophytisch an abgestorbenen Pflanzenteilen, als Endophyt symptomlos in der Pflanze und tritt als Schwächeparasit nach einer Vorschädigung der Pflanzen durch Wunden, Insektenfraß oder Trockenstress auf. Die Nadeln verfärben sich zuerst fahlgrün und später braun.	Die Gallmücken breiten sich seit 2017 in Nordrhein-Westfalen aus. Nach der Eiablage im Frühjahr minieren die Larven in den Douglasiennadeln. Dort entwickeln sie sich bis zum Herbst und überwintern in der Bodenstreu. Durch einen Befall kommt es zu Verkrümmungen, Verbräunungen und einem Verlust des jüngsten Nadeljahrgangs. Ein wiederholter mehrjähriger Befall kann zum Absterben von Trieben führen.

Kiefer 	
Kiefernscütte (<i>Lophodermium seeditiosum</i>)	Kiefernrüßler (<i>Pissodes</i> spp.)
Dieser pilzliche Erreger kann zu einem starken Nadelverlust führen. Die im Jahr zuvor infizierten Nadeln färben sich im darauffolgenden Frühjahr fleckig gelb bis rotbraun. Bei einem starken Befall kommt es zur Nadelschütte, wodurch die Kieferntriebe bis auf den verkürzten Neuaustrieb im Sommer kahl aussehen.	Von den Pissodesarten schädigt an geschwächten jüngeren Kiefern vor allem der Kiefernkulturrüßler. Die Larven fressen unter der Rinde Gänge und verpuppen sich in einer mit Bohrmehl gefüllten Puppenwiege. Durch den Rindenfraß verursachen sie eine Störung des Saftflusses der Bäume, wodurch Zweige und Triebe verkümmern.

Weißtanne 	
Tannentriebblaus (<i>Adelges nordmanniana</i>)	Großer Brauner Rüsselkäfer (<i>Hylobius abietis</i>)
Die Tannentriebblaus schädigt die jungen Nadeltriebe, wodurch sich diese verkrümmen und im Verlauf des Jahres absterben können. Ein starker Befall kann zum Absterben von Trieben und selten auch junger Bäume führen.	Dieser bis zu 15 mm große Rüsselkäfer schädigt erheblich junge Nadelgehölze durch seinen Rindenfraß an gepflanzten Nadelgehölzen. Dies führt zu Nadelvergilbungen oder zum Absterben der Bäumchen. Da die Larvenentwicklung in Baumstümpfen (Nadelgehölze) erfolgt und die Käfer mehrere Jahre alt werden, kann in den ersten fünf Jahren ein Schaden auftreten.

QUELLEN UND WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

LITERATUR

- aid infodienst, 2016: Waldränder gestalten und pflegen.
- aid infodienst, 2015: Wildschäden am Wald.
- aid infodienst, 2014a: Standortansprüche der wichtigsten Waldbaumarten.
- aid infodienst, 2014b: Wichtige Forstschädlinge – erkennen, überwachen und bekämpfen.
- aid infodienst, 2013: Begründung von Waldbeständen.
- Ammer, Vor, Knoke und Wagner, 2010: Der Wald-Wild-Konflikt.
- Asche und Schulz, 2010: Standortgerechte Baumartenwahl in Nordrhein-Westfalen.
- Bartsch, von Lüpke, Röhrig, 2020: Waldbau auf ökologischer Grundlage.
- Beinlich, Gockel und Grawe, 2014: Mittelwaldähnliche Waldrandgestaltung – Ökonomie und Ökologie im Einklang.
- Brienen, Walter, Brendel, Fleischer, Ganske, Haller, Helms, Höpp, Jensen, Jochumsen, Möller, Krähenmann, Nilson, Rauthe, Razafimaharo, Rudolph, Rybka, Schade, Stanley (2020): Klimawandelbedingte Änderungen in Atmosphäre und Hydrosphäre: Schlussbericht des Schwerpunktthemas Szenarienbildung (SP-101) im Themenfeld 1 des BMVI-Expertenetzwerks.
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), 2017: Forstliches Vermehrungsgut – Informationen für die Praxis.
- Bundesamt für Naturschutz (BfN), 2020: Wälder im Klimawandel: Steigerung von Anpassungsfähigkeit und Resilienz durch mehr Vielfalt und Heterogenität.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), 2019: Leitlinien für die Wiederbewaldung in Deutschland.
- Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten (DVFFA), 2019: Anpassung der Wälder an den Klimawandel.
- Deutscher Wetterdienst (DWD), 2020: HYRAS – Hydrologische Rasterdatensätze.
- Frick, Steiner, Mazurkiewicz, Riediger, Rauthe, Reich, Gratzki, 2014: Central European high-resolution gridded daily data sets (HYRAS): Mean temperature and relative humidity.
- Gauer und Kroiher, 2012: Waldökologische Naturräume Deutschlands. Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke. Digitale topographische Grundlagen.
- Gehlken, 2014: Der „ideale Waldrand“: Vorbild, Leitbild oder Trugbild? Auf der Suche nach der Herkunft eines Phantoms.
- Geologischer Dienst NRW, 2016: Geologie und Boden in NRW.
- Hilmers, Friess, Bässler, Heurich, Brandl, Pretzsch, Seidl, Müller, 2018: Biodiversity along temperate forest succession.
- Hübener, Spekat, Bülow, Früh, Keuler, Menz, Radtke, Ramthun, Rathmann, Steger, Toussaint, Warrach-Sagi, 2017: ReKliEs-De Nutzerhandbuch.
- Jay, Selter, Wurster und Schraml, 2016: Urbaner Wald, urbane Lebensqualität – Die vielfältigen Ökosystemleistungen urbaner Wälder sichtbar machen.
- KWF, 2012: Schutzmaßnahmen gegen Wildschäden im Wald. Verfahren – Technik – Kosten.
- LB WH NRW, GD NRW, LANUV 2020: Varianten der FSK50 auf Grundlage von Klimaprojektionen und der darauf aufbauenden WET-Empfehlungs- und Baumarteneignungskarten – Projektbericht; unveröffentlicht.
- LB WH NRW, 2020: Praxisleitfaden Fichten-Dürrständer. Hinweise zum Umgang mit stehenden abgestorbenen Fichten auf Kalamitätsflächen.
- LB WH NRW, 2019: Waldfunktionen Nordrhein-Westfalen – Grundsätze und Verfahren zur Ermittlung der Waldfunktionen.
- LB WH NRW, 2016: Ergebnisse der landesweiten Waldinventur 2014.
- LB WH NRW, 2011: Herkunftsempfehlungen für NRW.
- LB WH NRW, 2010: Dienstanweisung zum Artenschutz im Wald und zur Beurteilung der Unbedenklichkeit von Maßnahmen in NATURA 2000-Gebieten im landeseigenen Forstbetrieb.
- LB WH NRW, 2007: Empfehlungen für die Wiederbewaldung der Orkanflächen in Nordrhein-Westfalen.
- MKULNV NRW, 2014: Saat 2014 – Forstliches Saat- und Pflanzgut für NRW.
- Moss, Edmonds, Hibbard, Manning, Rose, van Vuuren et al., 2010: The next generation of scenarios for climate change research and assessment.
- MULNV NRW, 2020: Waldzustandsbericht 2020. Bericht über den ökologischen Zustand des Waldes in Nordrhein-Westfalen.
- MULNV NRW, 2019: Waldbaukonzept Nordrhein-Westfalen. Empfehlungen für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung.
- Niesar, Zúbrík und Kunca, 2013: Waldschutz im Klimawandel.
- Pauleit und Lupp, 2016: Stadtwald 2050 – Ansprüche an den Wald der Zukunft.
- Petrak, 2009: Empfehlungen zum Ausgleich von Wald und Wild nach „Kyrill“.
- Roloff und Grundmann, 2008: Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme.

Schellnhuber, Rahmstorf und Winkelmann, 2016: Why the right climate target was agreed in Paris.
Scherzinger und Jedicke, 1996: Naturschutz im Wald.
Spellmann, 2018: Wiederbewaldung nach Friederike.
Steffen, Rockström, Richardson, Lenton, Folke, Liverman et al. 2018: Trajectories of the Earth System in the Anthropocene.

Verbücheln, Hetzel und Schlüter, 2020: Waldnaturschutz und Klimawandel.
Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2019: Risikovorwarnung und der Umgang mit Extremereignissen in der Forstwirtschaft.

INTERNETSEITEN

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW:
www.umwelt.nrw.de, www.waldinfo.nrw.de
Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen:
www.wald-und-holz.nrw.de
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW: www.lanuv.nrw.de, www.klimaatlas.nrw.de
Natur- und Umweltschutz-Akademie NRW:
www.nua.nrw.de
Geologischer Dienst NRW: www.gd.nrw.de
GEOportal.NRW: www.geoportal.nrw
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen:
www.landwirtschaftskammer.de/index.htm
Waldbauernverband NRW: www.waldbauernverband.de
Familienbetriebe Land und Forst NRW e. V.:
www.fablf-nrw.de/
Waldbesitzerverband der Gemeinden, Gemeindeverbände und öffentlich-rechtlichen Körperschaften in NRW:
www.wbv-nrw.de
Forstverein für NRW:
www.forstverein.de/fvnrw/profil.html
Bund Deutscher Forstleute Landesverband NRW:
www.bdf-nrw.de
Landesvertretung IG BAU Forst und Naturschutz NRW:
<http://forst.igbau.nrw/>
Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft Landesgruppe Nordrhein-Westfalen e. V.: www.anw-nrw.de
Verband deutscher Forstbauschulen e. V.:
www.vdf-online.org/
Gütegemeinschaft für forstliches Vermehrungsgut e. V.:
www.dkv-net.de/
Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, Landesverband NRW: www.sdw-nrw.de
Landesbüro der Naturschutzverbände NRW:
<https://www.lb-naturschutz-nrw.de/das-buero.html>
Landesgemeinschaft Naturschutz und Umwelt NRW:
<https://lnu.nrw>
Dachverband Biologische Stationen in NRW:
www.biostationen-nrw.com
Landesbeirat Holz NRW: www.landesbeiratholz-nrw.de
Deutsche Säge- und Holzindustrie Bundesverband:
www.saageindustrie.de

Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie:
www.vhi.de
Verband Deutscher Papierfabriken: www.vdp-online.de
EnergieAgentur.NRW: www.energieagentur.nrw.de
Landesjagdverband NRW: www.ljv-nrw.de
Ökologischer Jagdverein NRW e.V.:
<https://öjv-nrw.de>
Informations- und Kommunikationsplattform waldwissen.net: www.waldwissen.net
Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten:
www.dvffa.de/
Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt:
www.nw-fva.de
Bonner Büro des Europäischen Forstinstituts:
www.efi.int/bonn
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft:
www.bmel.de
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit: www.bmu.de
Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung:
www.ble.de
Bundesamt für Naturschutz: www.bfn.de
Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei:
<https://www.thuenen.de/>
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: www.fnr.de
Waldklimafonds: www.waldklimafonds.de
Deutscher Forstwirtschaftsrat: www.dfwr.de
Forstwirtschaft in Deutschland:
www.forstwirtschaft-in-deutschland.de
Deutscher Holzwirtschaftsrat: www.dhwr.de
European Commission/Forests:
https://ec.europa.eu/environment/forests/index_en.htm#
European Commission/Forest-based industries:
https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/industries/forest-based_en
Forest Europe (The Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe): www.foresteuropa.org
United Nations Forum on Forests:
www.un.org/esa/forests/index.html
Food and Agriculture Organization of the United Nations, Forestry Department: www.fao.org/forestry/en/

GLOSSAR

Abiotische Waldschäden

Waldschäden, an denen Lebewesen nicht erkennbar beteiligt sind. Schäden durch Luftverschmutzung, aber auch durch Frost, Blitz, Hagel, Wind oder Sturm, Schnee, Dürre oder auch Hitze und Waldbrand.

Altersklassenwald

Anders als im Dauerwald oder Plenterwald stehen im Altersklassenwald die verschieden alten Bäume nicht gemischt, sondern in etwa gleich alten Beständen räumlich voneinander getrennt.

Biodiversität

Oberbegriff für die Variabilität der Ökosysteme (Lebensgemeinschaften, Lebensräume), der Arten und der genetischen Vielfalt innerhalb einer Art.

Biotische Waldschäden

Waldschäden, an denen Lebewesen erkennbar beteiligt sind. Hierzu gehören der Befall von Bäumen mit Insekten oder Pilzen sowie Verbisschäden durch Mäuse und Wild.

Blöße

Holzboden, der vorübergehend ohne Bestockung ist.

Derbholz

Die oberirdische Holzmasse von Bäumen mit über 7 cm Durchmesser mit Rinde.

Dickung, auch Gertenholz

Natürliche Altersstufe eines Waldes oder Bestandes. Junger, dichter und geschlossener Wald, der so dicht zusammengewachsen ist, dass die Äste der Bäume aus Mangel an Licht abzusterben beginnen (auch Jungbestand).

Erstaufforstung

Pflanzung von Bäumen auf einer vorher meist landwirtschaftlich bewirtschafteten Fläche (Ackerland, Grünland, Brache).

Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie)

Die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie ist eine Naturschutzrichtlinie der EU. Ziel der Richtlinie ist eine flächendeckende Biotopvernetzung zur Sicherung der Artenvielfalt und zum Erhalt natürlicher Lebensräume sowie der wild lebenden Tiere und Pflanzen im europäischen Gebiet der Mitgliedstaaten.

Gebietsheimische/gebieteigene Gehölze

Regional entwickelte, heimische („autochthone“) Gehölzarten und -sippen. Gemäß § 40(1) BNatSchG müssen in der freien Natur, also außerhalb des Siedlungsbereichs und nicht auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen, gebietseigene Pflanzen verwendet werden. Bei der Gestaltung von Waldrändern sollte daher primär nach Pflanzen gefragt werden, die aus heimischem Saatgut vermehrt wurden, sofern diese verfügbar sind. Bei den Forstgehölzarten kann auf großräumigere deutsche Herkünfte gemäß aktuellem Forstvermehrungsgutgesetz zurückgegriffen werden.

Gesamtwasserhaushalt (GWH)

Hier werden zum Geländewasserhaushalt noch die klimatischen Komponenten und die Verdunstung hinzugefügt.

Gruppe → Mischungsform

Habitatbäume

Ökologisch besonders wertvolle Bäume, die Lebensstätte (-raum) für andere (seltene) Pflanzen- und Tierarten (z. B. Fledermäuse, Vögel, Käferarten oder Moose) sind.

Heimische/Gebietsheimische Baumarten

Indigene (autochthone) Baumarten, die in einem bestimmten Verbreitungsgebiet (z. B. Nordrhein-Westfalen) auf natürliche Weise vorkommen, sich dort also im Zuge der natürlichen Arealerweiterungen ohne direkte oder indirekte menschliche Unterstützung angesiedelt haben (z. B. Stieleiche in Nordrhein-Westfalen).

Herkunft/Herkunftsgebiet

Beschreibt ein Gebiet oder die Gesamtheit an Gebieten mit annähernd einheitlichen ökologischen Bedingungen, in denen sich Erntebestände oder Saatgutquellen einer bestimmten Art oder Unterart befinden.

Horst → Mischungsform

Integrierter Pflanzenschutz

Pflanzenschutz unter Beachtung von §2 des Pflanzenschutzgesetzes. Integrierter Pflanzenschutz ist eine Kombination von biologischen, biotechnischen, chemischen und physikalischen Maßnahmen.

Inter- und intraspezifische Konkurrenz

Die Begriffe inter- und intraspezifische Konkurrenz beschreiben die Konkurrenz um Lebensraum, Nahrung und Fortpflanzungspartner zwischen Lebewesen (Pflanzen, Tiere). Interspezifisch = Konkurrenz zwischen Lebewesen verschiedener Arten (zwischenartlich). Intraspezifisch = Konkurrenz zwischen Lebewesen einer Art (innerartlich).

Jungwuchspflege

Pflegemaßnahmen in Naturverjüngungen und Kulturen, bevor diese den Bestandesschluss erreichen (z. B. Ausrieb unerwünschter Bäume/Baumarten).

Jungwuchsphase

Waldentwicklungsstadium bis zum Eintritt des Bestandesschlusses.

Kahlschlag

Herstellen einer vorübergehend oder dauerhaft baumfreien Waldfläche (> 2 ha, B° < 0,3).

Kleinfläche → Mischungsform

Klimatische Wasserbilanz

Sie ergibt sich aus der Differenz von Niederschlag und potenzieller Evapotranspiration.

Kultur

Natürliche Altersstufe eines Waldes oder Bestandes. Eine Kultur wird durch Saat oder Pflanzung von Bäumen begründet und ist die jüngste Altersstufe des Waldes.

Läuterung

Waldbauliche Pflegemaßnahme in Jungbeständen/Dickungen. Gut gewachsene Bäume werden zur Förderung der Wertleistung und Vitalität durch Aushieb von Konkurrenten gefördert.

Lebensraumtypische Baumarten

In Nordrhein-Westfalen → heimische Baumarten als Bestandteile der hier heimischen Waldgesellschaften, welche als Lebensräume von gemeinschaftlichem Interesse gemäß FFH-Richtlinie (FFH-Lebensraumtypen) und damit als europäisches Naturerbe geschützt sind (z. B. Buche im Hainsimsen-Buchenwald). Siehe auch Biotop- und Lebensraumtypenkatalog des LANUV.

Lichtbaumart

Baumart mit großer Lichtbedürftigkeit, die ein schnelles Jugendwachstum vorweist. Das Höhenwachstum von Lichtbaumarten lässt relativ früh nach. Zu den Lichtbaumarten gehören z. B. Eichen, Eschen, Erlen, Lärchen, Pappeln, Kiefern, Weiden und Birken.

Mischungsform

Durchmesser bei runder Form/Flächengröße: bis 15 m (bis 200 m²), Gruppe: 15 bis 30 m (200–700 m²), Horst: 30 bis 60 m (700–3.000 m²), Kleinfläche: über 3.000 m².

Mischwuchsregulierung

Fördern bzw. Zurückdrängen bestimmter Mischbaumarten bei Jungbestandspflege und Durchforstung.

Monitoring

Regelmäßige Beobachtung bestimmter Entwicklungen, um Veränderungen (rechtzeitig) zu erkennen, beispielsweise die Dichte einer Mäusepopulation.

Natura 2000

Europäisches Schutzgebietsnetzwerk, welches zum Schutz der biologischen Vielfalt von Arten und Lebensräumen neben dem Gebiet der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie auch jenes der Vogelschutzrichtlinie umfasst.

Natürliche Altersstufen

Die einzelnen Bestände des Waldes werden gemäß ihrem Entwicklungsstand in Altersstufen eingeteilt. Von jung bis alt wird zwischen Kultur, Jungwuchs, Dickung, Stangenholz und Baumholz unterschieden.

Naturverjüngung (NV)

Natürliche Ansamung von Waldbäumen aus den Samen der Altbäume; Regelverfahren zur Verjüngung im naturgemäßen → Waldbau.

Nebenbaumarten/Begleitbaumarten

Mischbaumarten zur Hauptbaumart. → Vier-Baumarten-Prinzip.

Pflanzenlagerung

Einlagerung von Pflanzen, die nicht sofort gepflanzt werden können, im Pflanzeneinschlag zum Schutz gegen Trockenheit.

Pflanzenschutzmittel

Meist chemische Pflanzenbehandlungsmittel (Rodentizide, Herbizide, Fungizide oder Insektizide) zum Schutz von Pflanzen vor pflanzlichen oder tierischen Schädlingen.

Pflanzsortiment

Angabe, wie oft eine Pflanze in der Baumschule verpflanzt wurde sowie über ihr Alter und ihre Größe (z. B. 2+2 oder 2/2: Die Pflanze ist vier Jahre alt und war zwei Jahre im Saatbeet sowie zwei Jahre im Verschulbeet).

Pflanzverbände

Anordnung der Forstpflanzen bei der Bestandesbegründung, Abstand der Pflanzen untereinander und zwischen den Reihen der Pflanzen.

Pflanzverfahren

Verschiedene Pflanzverfahren in Abhängigkeit von der Form und der Größe der Wurzeln des Pflanzgutes. Es wird unterschieden zwischen Handverfahren, motormanuellen Verfahren und großmaschinellen Verfahren.

Pflegepfade

Pfade, die bei der Kultur- und Jungwuchspflege zur Gliederung in Pflegeblöcke angelegt und später zum Teil in das Rückegassennetz integriert werden.

Pionierbaumarten

Die ersten Baumarten, die sich auf Freiflächen beispielsweise nach Kahlschlag oder Kalamitäten ansamen (z. B. Birke, Aspe, Kiefer, Lärche, Erle und Weide).

Potenzielle Natürliche Vegetation (PNV)

Vegetation, die sich aktuell selbstständig in dem jeweiligen Gebiet und unter den gegenwärtigen Umweltbedingungen ohne menschliches Zutun einstellen würde. Durch den Menschen vorgenommene Veränderungen des Standortes (z. B. durch den Klimawandel) werden dabei ausgeschlossen.

Produktionszeitraum

Die theoretische mittlere Zeitspanne, in der eine Baumart auf einem gegebenen Standort ihre Zielstärke bzw. das Produktionsziel erreicht.

Reinbestand

Waldbestand aus nur einer Baumart.

Resilienz

Dynamische Stabilität, also die Fähigkeit eines Systems, Störungen abzufedern und seine Funktionsfähigkeit zu erhalten.

Standortdrift

Veränderungen der Standortbedingungen im Klimawandel (vor allem Wasser- und Wärmehaushalt) führen zu weitgehenden Veränderungen des konkreten Wuchsortes (Waldbestand). Dadurch kann es örtlich zu einem Wechsel der → Standortgerechtigkeit der Baumarten kommen.

Standortfaktoren

Die Standortfaktoren „Wärme-, Wasser- und Nährstoffhaushalt“ stellen die drei bedeutenden Kriterien des Standortes (Waldbestand) dar und definieren den → Standorttyp.

Standortgerechtigkeit

Baumartenwahl, die den vor Ort erfassten, ökologischen Bedingungen des Standorts entspricht, wenn der Bestand sich vital und bei angemessener Pflege ausreichend stabil präsentiert. Das Standortpotenzial wird durch den Bestand weitestgehend ausgeschöpft und der Bestand hat keine nachteiligen Einflüsse auf den Standort. Sind die Bedingungen nicht standortgerecht, spricht man von „standortfremd“ bzw. „standortwidrig“. Zwischenstufen sind dabei möglich.

Standortheimische Baumarten

→ Heimische Baumarten, die für einen konkreten Wuchs-ort als standortgerecht gelten (z. B. Schwarzerle in der Bachaue).

Standortkartierung

Erfassung aller für das Waldwachstum wichtigen Umweltbedingungen für einen Standort, um diese als Entscheidungsgrundlage im Waldbau zu nutzen. Sie erfasst systematisch Klima, Lage, Geologie, Boden, Nährstoff- und Wasserhaushalt sowie Bodenvegetation.

Standorttyp

Zusammenfassung von Standorten, die ökologisch ähnliche Verhältnisse und gleichartige Wuchsvoraussetzungen aufweisen, in ihren waldbaulichen Möglichkeiten nur geringfügig voneinander abweichen und ähnliche Ertragsfähigkeit besitzen. Aktuell sind die Waldstandorte in NRW in 72 Standorttypen gegliedert.

Sukzession (im Wald)

Natürliche Rückkehr der für einen Standort typischen Baum- und Straucharten, die sich nach einer Störung (vor allem Klima- und Extremwetterereignisse) dort wieder einstellen. Je nach Baumartenzusammensetzung des Vorbestandes ist die Verjüngung der Nachfolgeneration im Klimawandel örtlich nur eingeschränkt standortgerecht.

Totholz

Liegendes oder stehendes Holz abgestorbener Bäume (Kronenholz, Stämme oder Stöcke); starkes Totholz von Laubbäumen gilt als ökologisch besonders wertvoll.

Trophiestufen

Beschreiben die Nährstoffvorräte in den Waldböden. Im Waldbaukonzept NRW werden grundsätzlich drei Trophiestufen unterschieden: eutroph, mesotroph und schwach mesotroph bis oligotroph. Die digitalen Standortkarten im Internetportal Waldinfo.NRW sind ergänzend in sechs Stufen gegliedert.

Trupp → Mischungsform

Umtriebszeit

Geplanter mittlerer Zeitraum, den eine Baumart, Baumartengruppe oder die jeweiligen Baumarten eines Waldent-

wicklungstyps von der Begründung bis zur Ernte benötigen. Die Umtriebszeit ist von der Baumart, dem Standort und den Betriebszielen abhängig. Sie dient als Rechengröße für Modellkalkulationen und die Berechnung von Weiserwerten zur Überprüfung der Nachhaltigkeit.

Vegetationszeit

Anzahl der Tage mit einer Tagesmitteltemperatur ≥ 10 °C, die gleichbedeutend mit dem Blattaustrieb der Baumarten und somit dem Aufbau von Biomasse durch Photosynthese ist. Die Vegetationszeit ist eng an die jahreszeitlich schwankenden Temperaturen gebunden und stellt die Dynamik des Wärmehaushaltes im Klimawandel dar. Sie dient als ein Hauptkriterium bei der Ermittlung des örtlichen Standorttyps und ist daher eine wichtige Kenngröße zur Ableitung des passenden → Waldentwicklungstyps gemäß Waldbaukonzept NRW.

Verbiss

Fraßschäden an Trieben und Knospen von Bäumen und Sträuchern durch Wild. Starker Verbiss kann das Heranwachsen von Jungwuchs sehr verzögern oder sogar verhindern. Problematisch ist insbesondere der selektive Verbiss der Knospen durch Rehwild durch komplettes Herausfressen schmackhafterer Baumarten, da dies aus Mischwäldern in einigen Jahrzehnten artenarme Reinbestände machen kann (Entmischung).

Verjüngung

Natürliche oder künstliche Begründung eines jungen, neuen Bestandes.

Vier-Baumarten-Prinzip

Kombination von möglichst mindestens vier standortgerechten Baumarten auf der Fläche (Bezugsgröße 1 Hektar) mit einem Mindestanteil von 10 % an der Grundfläche des Bestandes. Unterschieden werden die dominierende Hauptbaumart (50–70 %), die prägende Nebenbaumart (20–30 %) und die beiden Begleitbaumarten (10–20 %). In den → Waldentwicklungstypen des Waldbaukonzeptes NRW sind die idealtypischen Kombinationen von Laub- und Nadelholzarten sowie Licht- und Schattbaumarten dargestellt.

Vogelschutzrichtlinie

Konvention von 1979 zur Erhaltung der europäischen, wild lebenden Vogelarten durch Errichtung besonderer Schutzgebiete. Die Gebiete der Vogelschutzrichtlinie gehören zum Schutzgebietssystem Natura 2000.

Voranbau

Verjüngungsverfahren im Waldbau. Voranbau ist das Pflanzen von Schattenbäumen unter den Schirm des Altbestandes mit dem Ziel, den künftigen Waldbestand zu bilden. Diese Art der Verjüngung eines Bestandes wird häufig für den Waldumbau von Nadelholzreinbeständen zu Mischbeständen genutzt.

Vorwald

Natürlich oder künstlich auf waldfreien Flächen entstandener Wald aus Pionierbaumarten (Birke, Aspe, Erle,

Lärche, Kiefer u. a.). Diese sind als Lichtbaumarten an die extremen Freilandbedingungen besser angepasst und ermöglichen durch die Schaffung von Waldklima die Ansiedlung empfindlicherer Baumarten.

Waldbau

Methoden und Verfahren der gezielten und planmäßigen Begründung, Pflege und Ernte von Wald/Bäumen auf ökologischen, technischen und betriebswirtschaftlichen Grundlagen.

Waldentwicklungsphasen

Im schlagweisen Hochwald und in den Übergangsformen zum Dauerwald können Teile der Waldbestockung nach ihrem Entwicklungsstadium unterschieden werden. Damit sind jeweils unterschiedliche Pflege-, Nutzungs- oder Verjüngungsformen verknüpft. Man unterscheidet Jungwuchs-, Differenzierungs-, Auslese-, Ausreifungs-, Reife-, Regenerations- und Dauerwaldstadium.

Waldentwicklungstyp

Idealtypische Baumartenkombination zur Sicherstellung der Standortgerechtigkeit und Risikominimierung der Bestände im Klimawandel. Die 23 Waldentwicklungstypen des Waldbaukonzeptes NRW folgen dem → Vier-Baumarten-Prinzip und sind auf den Erhalt der → Waldfunktionen ausgerichtet.

Waldfunktionen

Sie bezeichnen die Aufgaben und Wirkungen des Waldes für Mensch und Umwelt. Unterschieden werden die Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion, beispielsweise Nutzung des Rohstoffes Holz, Schutz des Wassers, des Bodens, der Tier- und Pflanzenwelt, Erholung für Freizeit und Gesundheit des Menschen.

Waldumbau

Waldbauliche Maßnahme in Reinbeständen aus Nadelhölzern, bei der durch → Voranbau oder Mischungsregulierung der → Naturverjüngung die Baumartenzusammensetzung und die Alterklassenverhältnisse verändert werden. Der Waldumbau ist ein mit gezielten Pflegeeingriffen gesteuerter Wechsel vom → Altersklassenwald zum mehrschichtigen, ungleichaltrigen, gemischten und vor allem standortgerechten Wald.

Weichholz

Hölzer mit einer Darrdichte $< 0,55 \text{ g/cm}^3$ (beispielsweise Weide, Pappel, Linde und fast alle Nadelhölzer).

Weiserfläche

Repräsentative, dauerhaft angelegte Beobachtungsflächen, auf denen die Entwicklung eines Waldbestandes intensiv und systematisch beobachtet wird.

Wildschäden

Durch Wild verursachte Schäden in der Land- und Forstwirtschaft. Wildschäden in der Forstwirtschaft sind Verbiss, Schälen, Trittschäden und Reiben (Fegen, Schlagen) von Wild an vorwiegend jungen Forstpflanzen, überwiegend von Schalenwild.

Zertifizierung

Verfahren, mit dessen Hilfe dokumentiert wird, dass Holz- und Papierprodukte aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern stammen. Als Zertifizierungssysteme haben sich in Deutschland vor allem der Forest Stewardship Council (FSC) und das „Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes“ (PEFC) sowie Naturland etabliert.

Zertifiziertes Saat- und Pflanzgut

Aufgrund von Rückstellproben überprüfbares Saat- oder Pflanzgut. Zertifizierung derzeit nach → ZÜF.

ZÜF

Zertifizierungsring für überprüfbare forstliche Herkunft Süddeutschland e. V.

ERARBEITUNGSPROZESS UND DANKSAGUNG

Das Wiederbewaldungskonzept NRW wurde im Rahmen der Klimaanpassungsstrategie Wald NRW sowie mit Bezug zur „Schmallenberger Erklärung“ der Landesregierung zum Wald und dem „Waldpakt für Nordrhein-Westfalen“ im Zeitraum 2019–2020 entwickelt.

Die Erarbeitung der Fachinhalte erfolgte im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen durch den Landesbetrieb Wald und Holz NRW. Zu einzelnen Themenbereichen trugen der Geologische Dienst NRW und das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW fachlich bei.

Die Erarbeitung des Wiederbewaldungskonzepts erfolgte in Zusammenarbeit mit Fachvertretern der Waldeigentümerversände und von Naturschutzverbänden.

Das Land Nordrhein-Westfalen bedankt sich ausdrücklich bei den Mitgliedern der Projektmanagementgruppe.

Alle relevanten Verbände mit Bezug zum Wald, zur Waldbewirtschaftung, zur Waldnutzung und zum Waldnaturschutz wurden in den Erarbeitungsprozess eingebunden.

IMPRESSUM

Herausgeber

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen
Referat Öffentlichkeitsarbeit

Fachredaktion

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen
Referat III-2 Waldbau, Klimawandel im Wald, Holzwirtschaft

Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen
Fachbereich V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft
Sachgebiet Waldbau, Waldökologie, Klimaanpassung

Fachtexte

Gesamtbericht:
Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen
Fachbereich V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft

Einzelne Fachbeiträge:
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW
Geologischer Dienst NRW
Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz NRW

Bildnachweise

Dr. Matthias Dolek (S. 78), Dr. Nadine Eickenscheidt (S. 95), Michael Elmer (S. 99), Norbert Geisthoff (S. 86, 88, 109), Stefan Henscheid (S. 27), Christoph Hentschel (S. 10, 15), Anke Jacob (S. 4), Carola Marckmann (S. 92), Klaus Mischka (S. 100), Martina Möller (S. 9), Dr. Thorsten Mrosek (S. 7, 22, 32, 38, 39, 40, 44, 55, 80, 93), Michael Petrak (S. 83, 85), Dr. Carolin Stiehl (S. 64, 94), Anuschka Tecker (S. 90), Norbert Tennhoff (Titel, S. 20, 43, 61), Henning Witt (S. 18)

Gestaltung

dot.blue – communication & design, www.dbcd.de

Druck

XPrint Medienproduktion, Aachen

Stand

November 2020



PEFC zertifiziert
Dieses Produkt stammt aus
nachhaltig bewirtschafteten
Wäldern und kontrollierten
Quellen.
www.pefc.de

umwelt.nrw.de

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen
40190 Düsseldorf
poststelle@mulnv.nrw.de
www.umwelt.nrw.de