



# Wald und Waldmanagement im Klimawandel

Anpassungsstrategie für Nordrhein-Westfalen



Die **Klimaanpassungsstrategie Wald NRW** basiert auf dem Fachkonzept „**Klimawandel im Wald – Konzept für eine Anpassungsstrategie für Nordrhein-Westfalen. Klimafolgen, Anpassungsmaßnahmen und klimadynamisches Waldinformationssystem**“. Dieses Fachkonzept wurde vom Beratungsunternehmen Unique forestry and land use GmbH erarbeitet und kann auf der Internetseite des Ministeriums unter [www.umwelt.nrw.de](http://www.umwelt.nrw.de) eingesehen und von dort abgerufen werden.

Die **Klimaanpassungsstrategie Wald NRW** wurde darüber hinaus in enger Abstimmung mit dem **Klimaschutzplan NRW** entwickelt. Informationen zum Klimaschutzplan sind unter [www.klimaschutz.nrw.de](http://www.klimaschutz.nrw.de) erhältlich.

# Inhalt

Vorwort	5
<b>1 Zusammenfassung der Strategie</b>	<b>6</b>
<b>2 Hintergrund</b>	<b>8</b>
Wald, Forst- und Holzwirtschaft in Nordrhein-Westfalen	8
Auswirkungen des Klimawandels und Klimaschutz in Nordrhein-Westfalen	10
Fachkonzept für die Klimaanpassungsstrategie Wald Nordrhein-Westfalen	15
<b>3 Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald und die Waldbewirtschaftung</b>	<b>16</b>
Klimafolgen für den Wald und die Waldbewirtschaftung	17
Klimafolgen für die Biodiversität im Wald und den Waldnaturschutz	21
Klimafolgen für den Cluster der Forst- und Holzwirtschaft	23
Klimafolgen für den Bezug der Gesellschaft zum Wald	25
<b>4 Zielsetzung und strategischer Ansatz zur Anpassung des Waldes und des Waldmanagements an den Klimawandel</b>	<b>28</b>
<b>5 Maßnahmen zur Anpassung des Waldes und des Waldmanagements an den Klimawandel</b>	<b>30</b>
Klimaanpassung im Bereich Wald und Waldbewirtschaftung	31
Klimaanpassung im Bereich Biodiversität im Wald und Waldnaturschutz	37
Klimaanpassung im Bereich Cluster Forst- und Holzwirtschaft	40
Klimaanpassung im Bereich Wald und Gesellschaft	44
Prioritäre Klimaanpassungsmaßnahmen	51
<b>6 Klimadynamisches Waldinformationssystem</b>	<b>52</b>
<b>7 Fazit und Ausblick</b>	<b>56</b>
Quellen und weiterführende Informationen	57
Impressum	62



## Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser,




der Klimawandel ist bereits jetzt auch bei uns in Nordrhein-Westfalen feststellbar und es liegen fundierte wissenschaftliche Prognosen zu den zukünftigen Ausprägungen vor. NRW gehört mit seinem Klimaschutzgesetz und dem Klimaschutzplan bundesweit und international zu den Vorreitern bei der Klimaschutzpolitik. Mit dieser Broschüre und dem ergänzenden Fachkonzept wird eine zukunftsweisende Strategie der Landesregierung zur Anpassung der Wälder und des Waldmanagements an den Klimawandel vorgelegt. Im Zusammenhang mit wichtigen Prozessen und Instrumenten wie der Waldstrategie 2050 und dem Klimaschutzplan werden politische Schwerpunkte und geeignete Handlungsansätze für den Wald aufgezeigt. Mit der Vorstellung der Klimaanpassungsstrategie Wald leitet die Landesregierung auch bereits die Umsetzung wichtiger Anpassungsmaßnahmen in diesem Bereich ein. Diese konkreten Umsetzungsprojekte werden in den nächsten Jahren gesondert vorgestellt und auch Handlungsleitfäden für die forstliche Praxis beinhalten. Hierdurch wird insbesondere der private und kommunale Waldbesitz bei der Anpassung an den Klimawandel praktisch unterstützt.

Angesichts der dynamischen Entwicklung des Klimawandels, verbleibenden wissenschaftlichen Unsicherheiten bei spezifischen Prognosen sowie wachsenden Risiken für das Waldmanagement kommt bei den Anpassungsmaßnahmen der Verbesserung der Informationsgrundlagen und der Managementinstrumente eine zentrale Bedeutung zu. Um die vielfältigen Funktionen und Leistungen unserer Wälder auch für die Zukunft aufrechtzuerhalten, vom Erhalt der Biodiversität, über die multifunktionale Waldnutzung bis hin zur Stärkung des Clusters der Forst- und Holzwirtschaft, sind die Konzepte weiterzuentwickeln sowie modernste Informationstechnologien einzusetzen.

Ein wesentliches Element der Klimaanpassungsstrategie Wald ist die Verbesserung der Stabilität der Wälder gegenüber Schadereignissen und die Erhöhung der Anpassungsfähigkeit an sich verändernde klimatische Bedingungen. Angesichts der Unsicherheiten über die langen forstlichen Planungszeiträume wird eine Risikosteuerung und Vorsorge am ehesten durch standortangepasste und naturnahe Mischbestände mit geeigneten Baumarten erreicht.

Wenn alle Akteure des Clusters Wald und Holz gemeinsam die zukünftigen Herausforderungen des Klimawandels aufgreifen, wird eine erfolgreiche Anpassung für die Wälder und das Waldmanagement in NRW möglich sein.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre.



Johannes Remmel  
Minister für Klimaschutz, Umwelt,  
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen

# 1 Zusammenfassung der Strategie

Zum Klimawandel mit seinen verschiedenen Ausprägungen und Auswirkungen besteht inzwischen eine fundierte Wissensgrundlage. Die Themen Klimawandel und Klimaschutz, insbesondere die Anpassung an den Klimawandel, sind vielfältig in der Politik verankert. Allerdings sind langfristige Prognosen sowie regionen- und sektorspezifische Aussagen aktuell nur eingeschränkt möglich und mit Unsicherheiten und Risiken behaftet. Die praktische Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen durch den öffentlichen Sektor, die Wirtschaft und die Gesellschaft steht häufig noch am Anfang. Diese Situation trifft auch auf Nordrhein-Westfalen sowie auf Wälder und deren Bewirtschaftung zu.

NRW gehört mit seiner engagierten Klimaschutzpolitik bundesweit und auch international zu den Vorreitern. Aufbauend auf der Klimaanpassungsstrategie für NRW von 2009 und in Abstimmung mit dem derzeit erstellten Klimaschutzplan NRW wird mit der vorliegenden Broschüre eine Klimaanpassungsstrategie für den Wald in NRW vorgestellt. Diese Strategie basiert auf einem umfassenden, im Auftrag des Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV) erstellten Fachkonzept, welches unter Beteiligung von Fachleuten aus der Forst- und Umweltverwaltung sowie von Vertretern/-innen von Institutionen aus dem Bereich Wald, Forst- und Holzwirtschaft, Naturschutz, Bildung und Forschung erstellt wurde.

Die drei wesentlichen Bestandteile der Klimaanpassungsstrategie für den Wald in NRW sind:

- **Beschreibung der Auswirkungen des Klimawandels auf Wälder und Waldbewirtschaftung in NRW**
- **Darstellung von Maßnahmen zur Anpassung der Wälder und des Waldmanagements in NRW an den Klimawandel**
- **Skizzierung eines „klimadynamischen Waldinformationssystems NRW“ (KlimaWIS.NRW) als zentrales, maßnahmenübergreifendes Element der Anpassungsstrategie**

Die Auswirkungen des Klimawandels auf Wälder und Waldbewirtschaftung in NRW (Klimafolgen) basieren hauptsächlich auf den zu erwartenden Temperatur- und Niederschlagsveränderungen. Hinzu kommen weitere klimatische Faktoren (z. B. Stürme) und indirekte Effekte für das Waldmanagement (z. B. erhöhte Belastung durch Schadinsekten, veränderte Baumartenwahl) sowie nachgelagerte Bereiche (z. B. verändertes Holzaufkommen).

**Klimafolgen erstrecken sich über die vier Themenbereiche „Wald und Waldbewirtschaftung“, „Biodiversität im Wald und Waldnaturschutz“, „Cluster der Forst- und Holzwirtschaft“ sowie „Bezug der Gesellschaft zum Wald“.** Eine zentrale Auswirkung des Klimawandels auf Wälder und Waldmanagement ist die Veränderung der standörtlichen Rahmenbedingungen und somit der Eignung und Risiken verschiedener Baumarten und Waldgesellschaften oder Bestandestypen. Eine veränderte Baumartenwahl und angepasste Bewirtschaftungskonzepte haben vielfältige Auswirkungen aus ökologischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Sicht.

**Auch die Anpassungsmaßnahmen für Wälder und Waldmanagement an den Klimawandel beziehen sich auf die vier Themenbereiche „Wald und Waldbewirtschaftung“, „Biodiversität im Wald und Waldnaturschutz“, „Cluster der Forst- und Holzwirtschaft“ sowie „Bezug der Gesellschaft zum Wald“.** In 18 Handlungsfeldern werden **49 Maßnahmen skizziert, relevante Einrichtungen für die Umsetzung benannt sowie bestehende Handlungsansätze und Vorarbeiten in NRW aufgezeigt.**

Aufgrund ihrer hohen Priorität für die Anpassung der Wälder und des Waldmanagements an den Klimawandel und aufgrund einer zeitlichen Dringlichkeit sind sieben Handlungsfelder besonders bedeutsam:

- **Weiterentwicklung und Integration von Informations- und Planungsinstrumenten für Waldmanagement im Klimawandel:** Grundlegende Bedeutung der Zusammenführung und Erweiterung der für den Wald und das Waldmanagement relevanten Informationsquellen sowie eines zentralen und modernen Informationsangebots (KlimaWIS.NRW)
- **Entwicklung eines Waldbaukonzepts für klimaplastische Wälder:** Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegenüber Schäden und der Anpassungsfähigkeit bei Klimaveränderungen, hierbei zentrale Bedeutung der Baumarten und der Waldgesellschaften bzw. Bestandestypen
- **Verbesserung der Informationsgrundlagen zum Klimawandel:** Verbesserte Prognosen und regionen- und sektorspezifische Aussagen
- **Weiterentwicklung der Schutzgebietskonzepte für Waldnaturschutz:** Sicherung der Schutzziele zum Erhalt von Biodiversität auch im Klimawandel
- **Anpassung naturschutzfachlicher Anforderungen an die Waldbewirtschaftung:** Weiterentwicklung freiwilliger Naturschutzleistungen im Rahmen der Waldnutzung

- **Unterstützung des Privat- und Kommunalwaldes bei der Anpassung der Wälder an den Klimawandel:** Unterstützung der Adaption der Waldbewirtschaftung und des Waldumbaus
- **Darstellung der Rohstoffversorgung für die Holzwirtschaft bei veränderter Waldbewirtschaftung:** Erhalt und Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit des Clusters der Forst- und Holzwirtschaft

Der Verbesserung der Informationsgrundlagen und der Managementinstrumente bei der Anpassung der Wälder und ihrer Bewirtschaftung und Pflege an die veränderten Klimabedingungen kommt eine grundlegende Bedeutung zu. Das skizzierte „klimadynamische Waldinformationssystem NRW“ (KlimaWIS.NRW) stellt das zentrale, maßnahmenübergreifende Element der Anpassungsstrategie dar. **Das Konzept für die IT-Plattform KlimaWIS.NRW besteht aus den drei Modulen „Wald-Information“, „Wald-Management“ und „Experten-Tool“.**

Das **Modul „Wald-Information“** bietet Waldeigentümern/-innen und der interessierten Öffentlichkeit im Rahmen eines Internetportals Eingangsinformationen zu Wäldern in NRW sowie zu ihrer Bewirtschaftung und Pflege, auch regionenspezifisch und alles unter den besonderen Gesichtspunkten der Anpassung an den Klimawandel. Zudem finden sich hier aktuelle Hinweise wie etwa zur Forstschutzsituation und zu Katastrophenmeldungen sowie Verweise auf forstliche Beratungs- und Unterstützungsangebote.

Das **Modul „Wald-Management“** bietet Forstfachleuten und anderen Praktiker/-innen mit Bezug zu Wald spezifische Fachinformationen zu Waldökosystemen und zu Waldmanagement im Klimawandel. Das zentrale Element dieses Moduls ist ein umfassendes und leistungsfähiges Entscheidungsunterstützungssystem. Für Managemententscheidungen auf der räumlichen Ebene von Waldstandorten, Waldbeständen und Forstbetrieben (oder auch Schutzgebieten) kann der Nutzer zwischen verschiedenen Klimaszenarien und betrieblichen Schwerpunkten wählen. Bei den Klimaszenarien sind unterschiedliche Wahrscheinlichkeiten des tatsächlichen Eintritts und verschiedene Risikobereitschaften bezüglich der Auswirkungen möglich. Die betrieblichen Schwerpunkte können etwa ökonomische, ökologische oder gesellschaftliche Ziele beinhalten. Die Modellierung und szenariengestützte Simulation stellt dem Nutzer räumlich spezifische Empfehlungen für das Waldmanagement, wie etwa zu günstigen Bestandestypen und Baumarten sowie waldbaulichen Maßnahmen, zur Verfügung.

Das Entscheidungsunterstützungssystem verbessert und erleichtert zum einen die operationale Arbeit des Försters und der Försterin, zum anderen kann es auch effektiv in der Beratung und Unterstützung in Privat- und Kommunalwäldern eingesetzt werden.



Das **Modul „Experten-Tool“** ist die zentrale IT-Plattform und Datenbank des gesamten Waldinformationssystems. In diesem Modul wird die Integration aller Informationsarten und Datensätze organisiert. Der überwiegende Anteil der Dateneingabe und -pflege inkl. der Qualitätssicherung findet hier statt. Die Kontrolle und Aktualisierung lokaler Daten wird über das Modul „Wald-Management“ beige-steuert. Sämtliche Daten der Module „Wald-Information“ und „Wald-Management“ werden über das Modul „Experten-Tool“ bereitgestellt. Das Modul „Experten-Tool“ erlaubt übergeordnete und spezifische Datenintegrationen, Analysen, Optimierungsrechnungen, Modellierungen und szenariengestützte Simulationen. Es erzeugt somit neuartiges Spezialwissen für das Waldmanagement und die Forstpolitik sowie für die Klimaanpassung und die Klimaschutzpolitik in NRW.

Die vorliegende Klimaanpassungsstrategie Wald NRW ist eng mit NRW-Prozessen und -Instrumenten wie der Waldstrategie 2050 NRW und dem Klimaschutzplan NRW, aber auch mit Prozessen auf Bundes- und EU-Ebene vernetzt. Für die konkrete Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen wird eine wesentliche Herausforderung sein, über öffentliche Einrichtungen hinaus auch private und kommunale Waldeigentümer/-innen, Unternehmen der Forst- und Holzwirtschaft sowie weitere Akteure weitergehend in Lösungsansätze einzubinden.

Die weitere Entwicklung des Klimawandels und seiner Auswirkungen auf die Wälder und das Waldmanagement sowie zusätzliche notwendige Anpassungsmaßnahmen werden im Kontext des Klimaschutzplans überprüft.

## 2 Hintergrund

### Wald, Forst- und Holzwirtschaft in Nordrhein-Westfalen

Nordrhein-Westfalen verfügt mit 910.000 Hektar (ha) (27 % der Landesfläche) über große Waldflächen, die vielfältige ökologische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Funktionen erfüllen. Der überwiegende Teil der Wälder in NRW ist im Eigentum von Privatpersonen. Der Erhalt der Wälder und ihre nachhaltige Bewirtschaftung erfolgen auf der Grundlage des Landesforstgesetzes. Zudem dokumentieren freiwillige Zertifizierungsstandards die hohe Qualität der Waldbewirtschaftung. Einen wichtigen Rahmen für den Erhalt, die langfristige Entwicklung und das Management der Wälder stellt die Waldstrategie 2050 dar. Die Landesforstverwaltung und die Umweltverwaltung NRW stellen vielfältige Informationen und Serviceleistungen zum Wald bereit. Der Landesbetrieb Wald und Holz NRW (LB WH) nimmt hoheitliche Aufgaben in Bezug auf Wald wahr, bewirtschaftet den Landeswald und bietet umfassende Informations- und Unterstützungsangebote für den Privat- und Kommunalwald an.

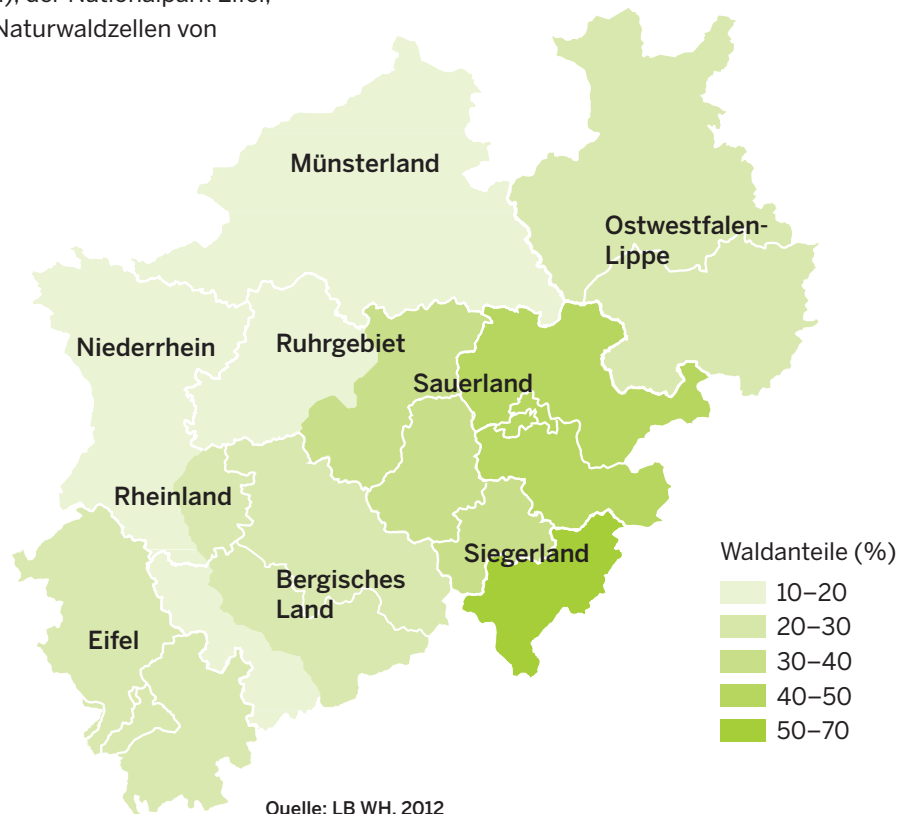
Wälder sind ein bedeutender Naturraum für ökologische Prozesse und den Erhalt der Biodiversität. Im Vergleich zu anderen Landnutzungsformen zeichnen sich Wälder durch eine hohe Naturnähe aus. Für die Waldökologie und den Waldnaturschutz sind unterschiedliche Schutzgebietsformen und Flächen für wissenschaftliche Untersuchungen wie FFH-Flächen (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union), der Nationalpark Eifel, Wildnisentwicklungsgebiete und Naturwaldzellen von

besonderer Bedeutung. Bei der Waldentwicklung stellen standortangepasste Baumarten und naturnahe Mischbestände einen Schwerpunkt dar. In der Biodiversitätsstrategie für NRW spielen Wälder eine große Rolle.

Im bevölkerungsreichen NRW mit seinen urbanen Ballungsräumen ist die Erholungsfunktion der Wälder von großer Bedeutung, sowohl bezüglich der Naherholung in Wäldern als auch mit Bezug zum Tourismus in den charakteristischen Waldregionen. Zahlreiche Angebote der waldbezogene Umwelt- und Nachhaltigkeitsbildung vermitteln Inhalte zu Wäldern, ihrem Erhalt und ihrer nachhaltigen Nutzung.

NRW weist eine bundesweit und international bedeutende Konzentration der Forst- und Holzwirtschaft auf. Der Cluster Forst und Holz umfasst etwa 18.000 Unternehmen, macht einen jährlichen Umsatz von etwa 38 Mrd. Euro aus und beinhaltet ca. 180.000 Beschäftigte. Cluster- und Netzwerkiniciativen auf Landes- und Regionalebene sowie verschiedene Hochschuleinrichtungen tragen zur Stärkung der Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit der Wald- und Holzbranche in NRW bei. Die Forst- und Holzwirtschaft ist auch Teil der Umweltwirtschaftsstrategie für NRW.

#### Waldverteilung in Nordrhein-Westfalen



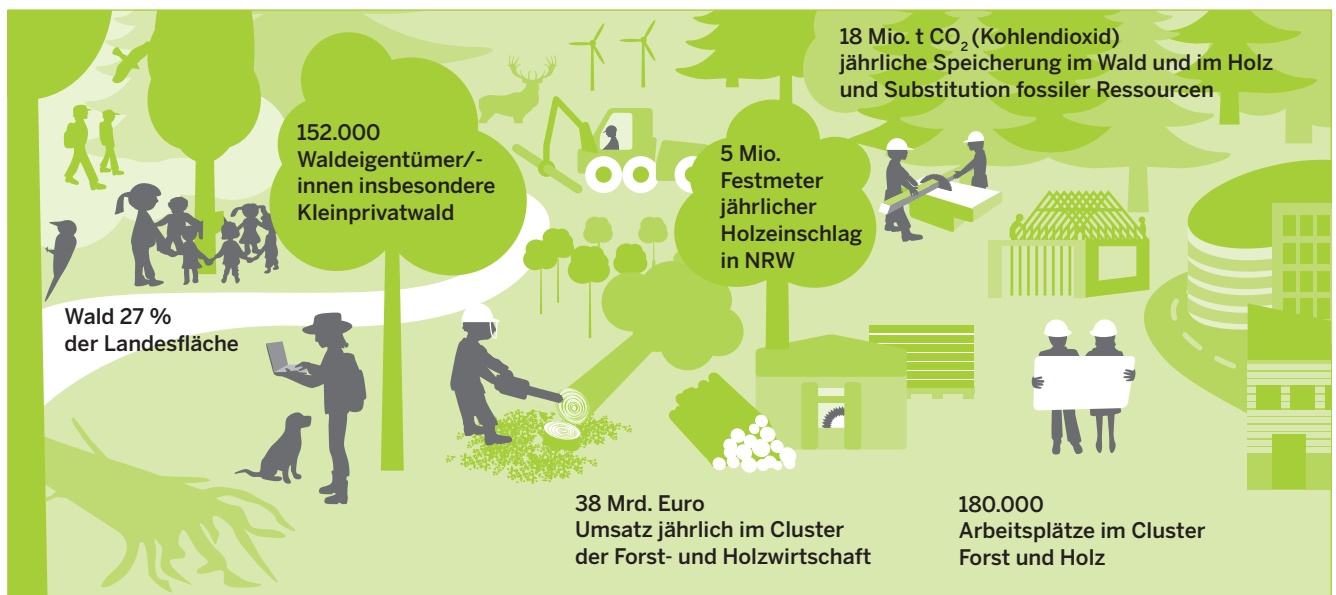


## Fakten zum Wald und zur Waldbewirtschaftung in Nordrhein-Westfalen

- Fläche 910.000 ha (27 % der Landesfläche)
- 57 % Laubwälder und 43 % Nadelwälder
- Am häufigsten vorkommende Baumarten sind Fichte (30 %), Buche (19 %) und Eiche (17 %)
- Holzvorrat 271,4 Mio. m<sup>3</sup> bzw. 311 m<sup>3</sup>/ha (Schäden Orkan Kyrill 15,7 Mio. m<sup>3</sup>)
- Gesamtzuwachs 9,4 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr (Vorratsfestmeter, Vfm)
- Holznutzung durchschnittlich ca. 5 Mio. m<sup>3</sup> Holz pro Jahr (Festmeter, Fm; zu großen Teilen Nadelholz)
- Baumartenzusammensetzung 15 % sehr naturnah und 25 % naturnah
- Totholz 21 Mio. m<sup>3</sup> bzw. 23,8m<sup>3</sup>/ha
- Waldbesitz 67 % Privatwald, 16 % Körperschaftswald, 13 % Landeswald und 4 % Bundeswald
- 152.000 private Waldeigentümer/-innen, davon 122.000 < 2 ha Waldfläche
- Waldfläche/Einwohner/-in 518 m<sup>2</sup> (zum Vergleich bundesweit 1.418 m<sup>2</sup>)

Quelle: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), 2014; MKULNV, 2012

## Wald, Forst- und Holzwirtschaft in NRW

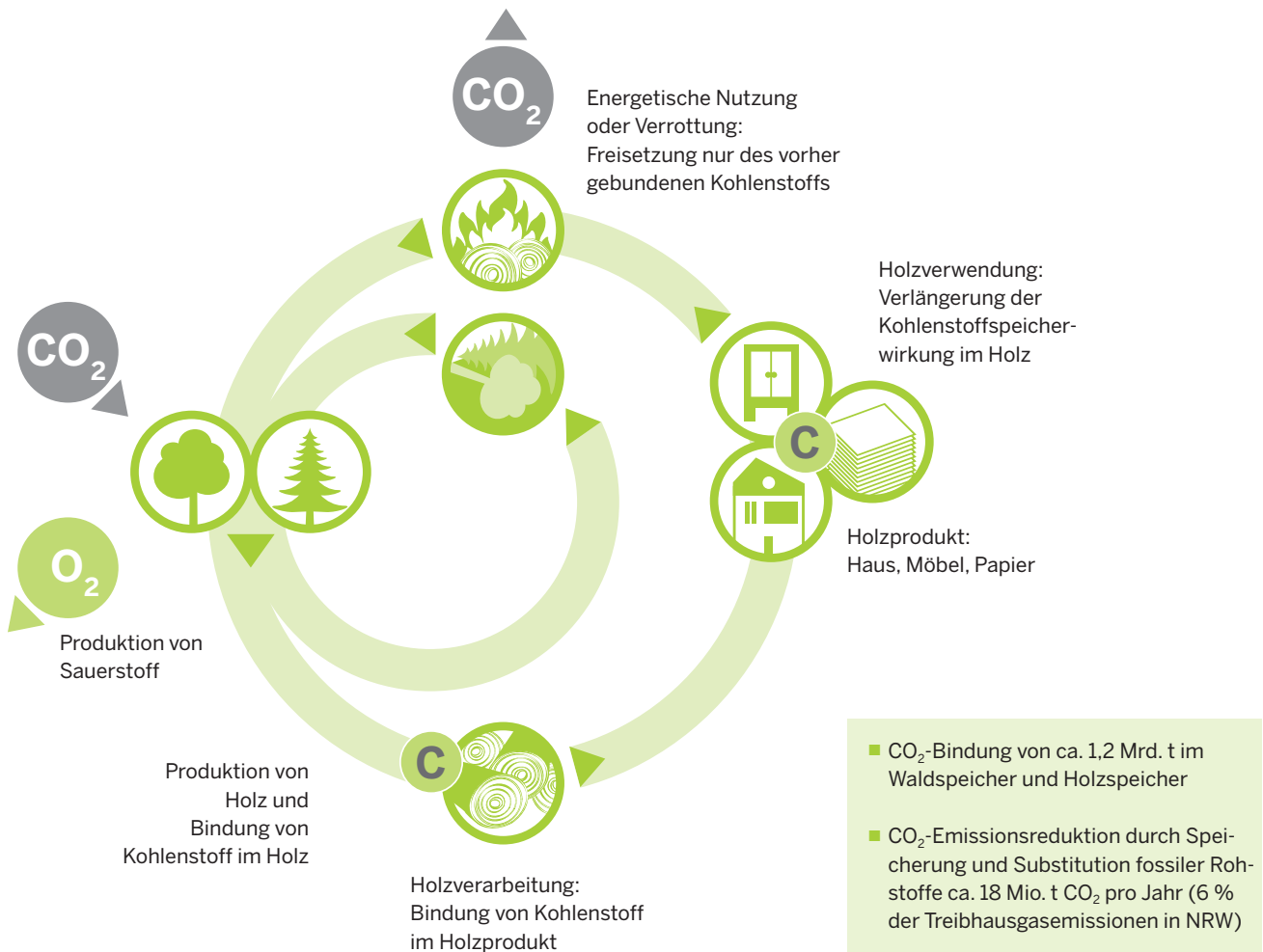


Quelle: LB WH, 2011; MKULNV 2013

Die Waldbewirtschaftung und die Holzverwendung leisten durch die Speicherung von CO<sub>2</sub> und die Substitution fossiler Ressourcen einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Durch die Speicherung von CO<sub>2</sub> in Wäldern und in Holzprodukten sowie durch die Substitution von Materialien und Energieträgern auf fossiler Basis wird eine Emis-

sionsreduktion um jährlich etwa 18 Mio. t CO<sub>2</sub> erreicht; das sind rund 6 % der jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen in NRW. Aufgrund der Klimaschutzfunktion und im Zusammenhang mit der vorliegenden Anpassungsstrategie sind die Wälder und die Waldbewirtschaftung ein wichtiger Bestandteil des Klimaschutzplans für NRW.

## Beitrag von Waldbewirtschaftung und Holzverwendung zum Klimaschutz



Quelle: LB WH, 2011; MKULNV, 2013

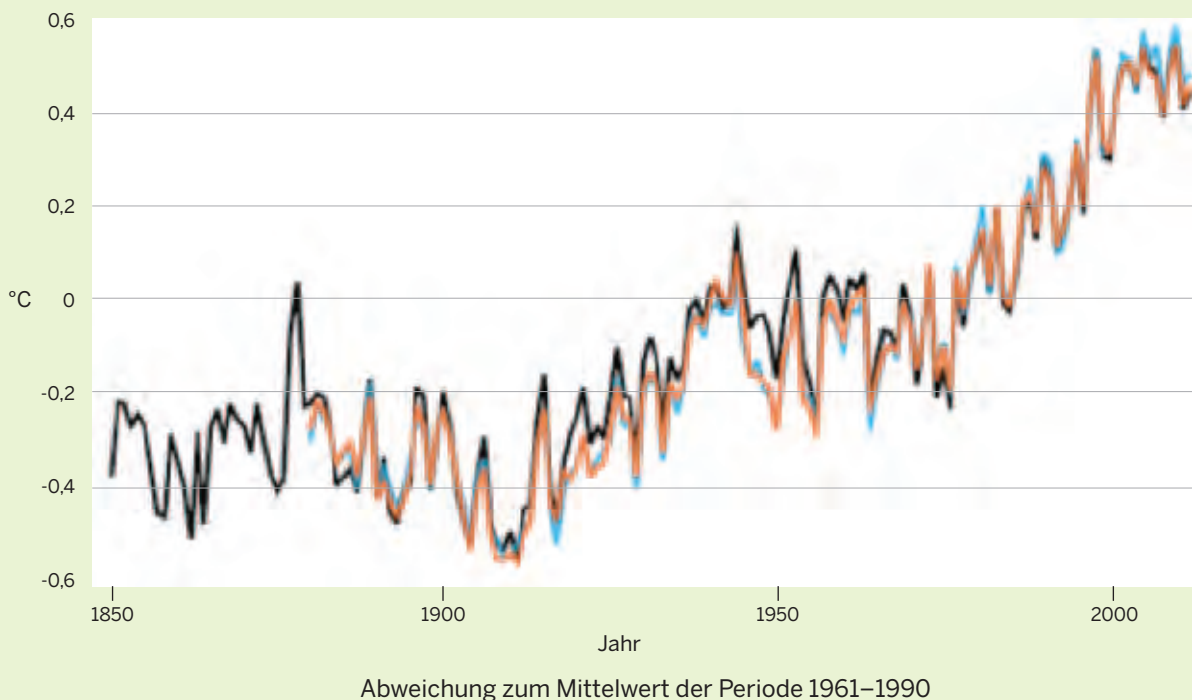
## Auswirkungen des Klimawandels und Klimaschutz in Nordrhein-Westfalen

Zum Klimawandel mit seinen verschiedenen Ausprägungen und seinen Auswirkungen besteht inzwischen eine fundierte Wissensgrundlage. Die Themen Klimawandel und Klimaschutz sind vielfältig in der Politik verankert. Langfristige Prognosen sowie regionen- und sektorspezifische Aussagen sind derzeit allerdings nur eingeschränkt möglich und mit Unsicherheiten und Risiken behaftet. Die praktische Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen durch den öffentlichen Sektor, die Wirtschaft und die Gesellschaft steht häufig noch am Anfang. Diese

Situation trifft auch auf NRW sowie auf Wälder und deren Bewirtschaftung zu.

Der 5. Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) beschreibt, dass sich das Klima derzeit verändert und dass dies überwiegend auf menschliche Einflüsse zurückzuführen ist. Die Auswirkungen des Klimawandels sind heute bereits festzustellen, vor allem in der Natur aber auch in der Wirtschaft und in der Gesellschaft.

### Beobachtete globale mittlere kombinierte Land- und Ozeanoberflächentemperaturabweichung 1850–2012



Quelle: Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle

Im 5. Sachstandsbericht des IPCC wird die Möglichkeit aufgezeigt, durch entschiedenen und sofortigen Klimaschutz in den kommenden Jahrzehnten die globale Erwärmung auf 2 °C zu begrenzen. Dazu wären erhebliche Veränderungen in der Gesellschaft und in der Wirtschaft erforderlich. Durch eine solche Begrenzung könnten die Risiken und Schäden des Klimawandels gemindert werden. Eine Anpassung an den Klimawandel ist aber in jedem Fall notwendig.

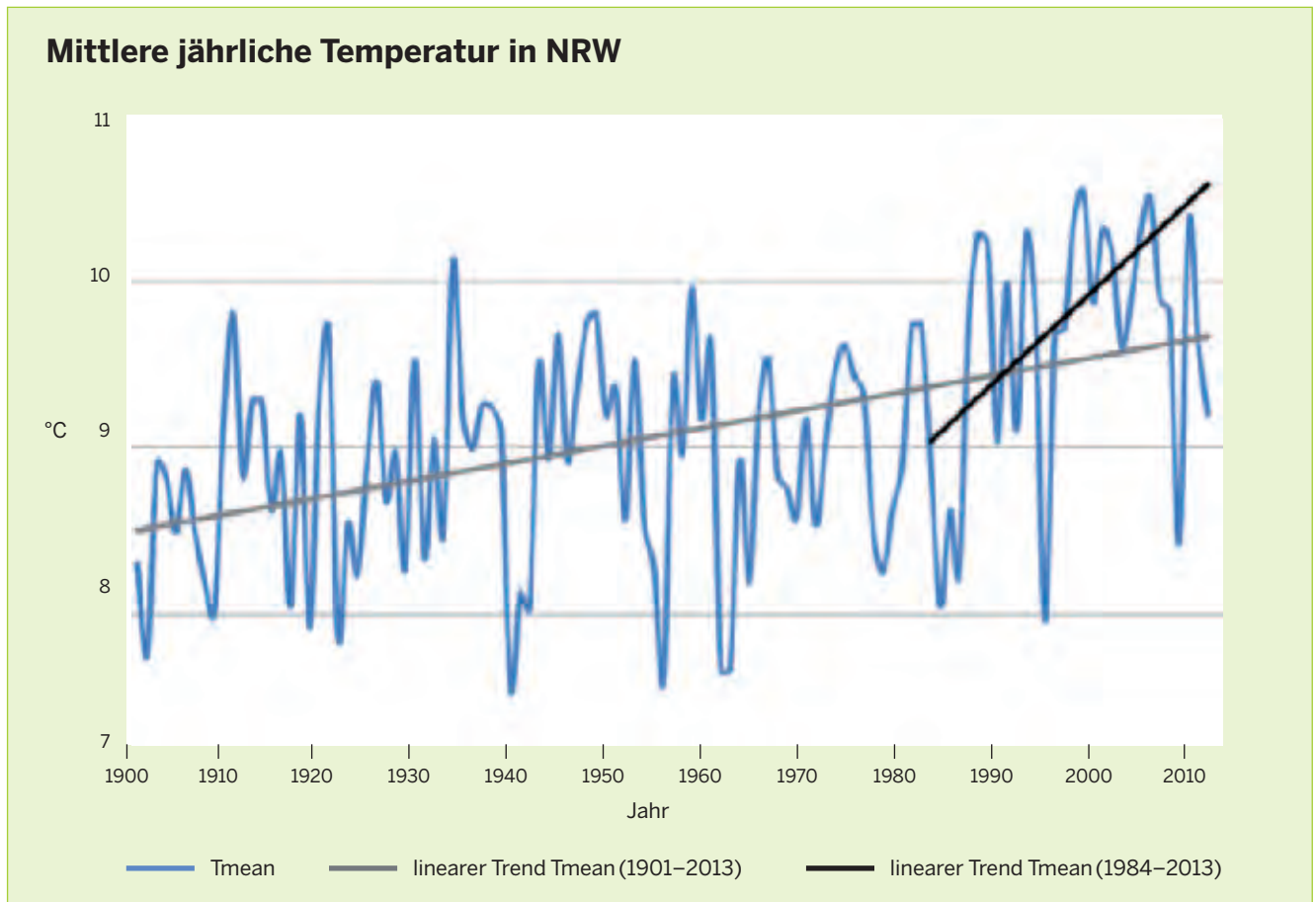
Die Europäische Union hat in ihrer Strategie zur Anpassung an den Klimawandel das Ziel formuliert, den globa-

len Temperaturanstieg auf weniger als 2 °C des vorindustriellen Wertes zu begrenzen, um die gravierendsten Risiken des Klimawandels zu vermeiden, insbesondere großmaßstäbliche irreversible Folgen.

Die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel beschreibt für 15 Bereiche die Auswirkungen des Klimawandels in Deutschland und zeigt Handlungsoptionen auf. Einer dieser Bereiche ist der Wald und die Forstwirtschaft.

In NRW zeigen nach Darstellungen des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) langjährige Messreihen für Lufttemperatur und Niederschlag deutliche Veränderungen während der letzten 110 Jahre. Die mittlere Lufttemperatur in NRW hat im betrachteten Zeitraum um ca. 1,2 °C zugenommen, wobei insbesondere in den letzten 30 Jahren ein ausgeprägter

Anstieg verzeichnet wurde. Die jährliche Variabilität des Niederschlags ist deutlich höher als die der Lufttemperatur, dennoch lässt sich während des betrachteten 110-jährigen Zeitraums ein leicht ansteigender Trend der Niederschlagssummen um ca. 13 % des langjährigen Mittelwertes (861 mm) feststellen.

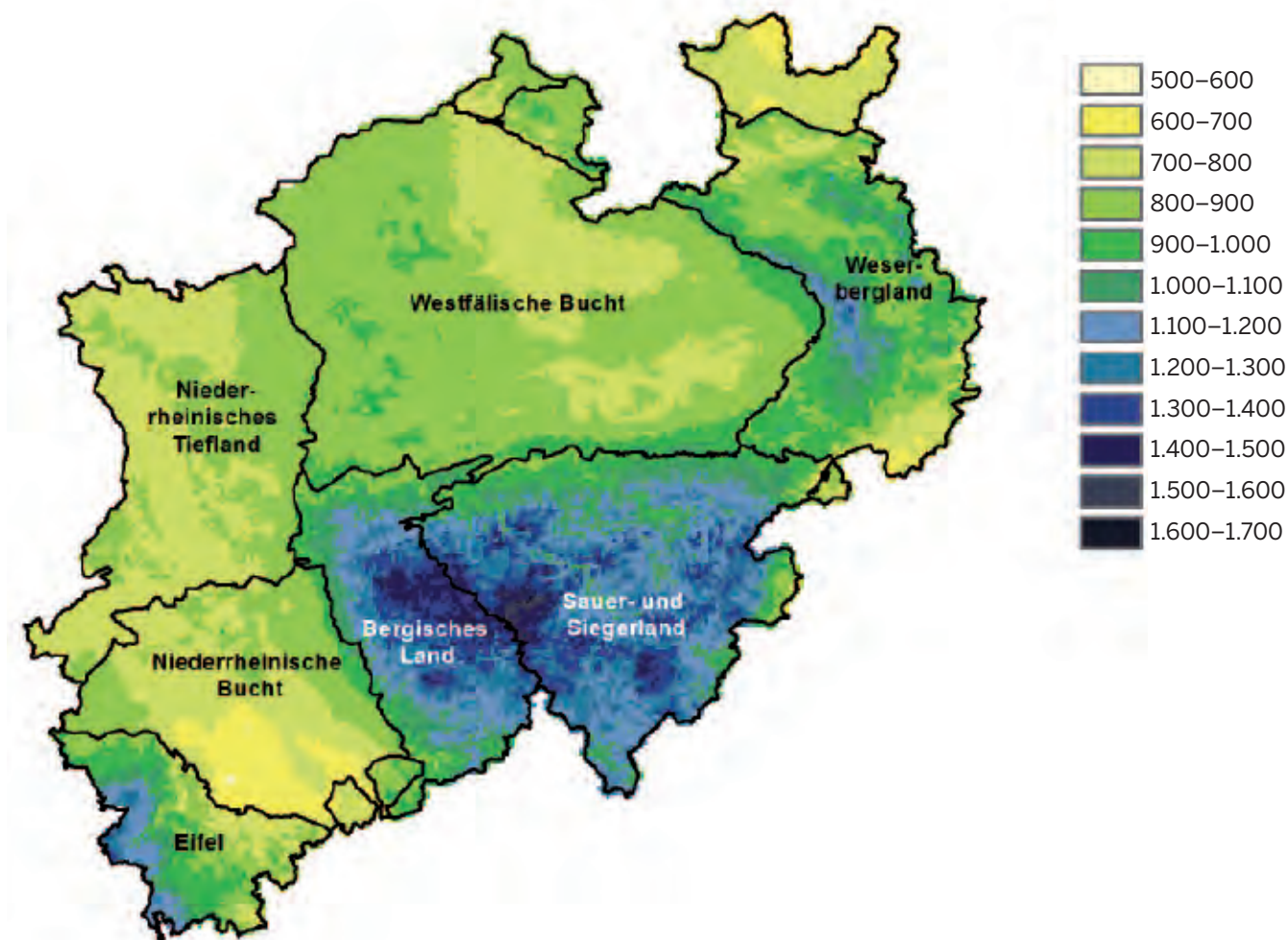


Prägnanter können die Veränderungen der Temperaturverhältnisse anhand klimatologischer Kenntage aufgezeigt werden (Tage, an denen ein bestimmter Schwellenwert eines Parameters erreicht, überschritten oder unterschritten wird). Im Vergleich der 30-jährigen Klimaperioden 1891–1920 und 1981–2010 hat sich die Anzahl der heißen Tage (Maximum der Lufttemperatur  $\geq 30$  °C) um ca. 3 Tage erhöht, die Anzahl der Sommertage (Maximum der Lufttemperatur  $\geq 25$  °C) hat um ca. 7 Tage zugenommen. Die kalten Temperaturkennstage haben im Vergleich derselben Referenzzeiträume abgenommen, die Anzahl der Frosttage (Minimum der Lufttemperatur  $< 0$  °C) beispielsweise um ca. 8 Tage.

Bei der Veränderung der Lufttemperatur- bzw. Niederschlagsverhältnisse in NRW sind die unterschiedlichen Gegebenheiten entsprechend der vorherrschenden

Großlandschaften zu berücksichtigen. So werden derzeit (1981–2010) die höchsten Jahresmitteltemperaturen von  $> 10$  °C entlang des Rheintals im Niederrheinischen Tiefland sowie der Niederrheinischen Bucht erreicht. Wohingegen die geringsten Jahresmitteltemperaturen in NRW ( $< 6$  °C) im Sieger- und Sauerland sowie in der Eifel auftreten. Entsprechendes gilt für den Niederschlag: Hierbei werden 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 treten hingegen in Bereichen des Niederrheinischen Tieflandes und der Niederrheinischen Bucht auf. Dementsprechend können sich die bereits eingetretenen und zukünftigen Veränderungen durch den Klimawandel in den verschiedenen Großlandschaften unterschiedlich auswirken.

## Mittlere Jahresniederschlagssumme 1981–2010 in mm



Quelle: LANUV, 2014 (Datengrundlage: Deutscher Wetterdienst)

Während das Klima der Vergangenheit und Gegenwart durch meteorologische Daten und Beobachtungen exakt gemessen und beschrieben werden kann, müssen für Aussagen zu zukünftigen Klimaentwicklungen mathematische Rechenmodelle herangezogen werden (Klimaprojektionen als Ergebnis von Klimamodellierungen). Internationale Klimaprojektionen des IPCC, die auf Annahmen zu den weltweiten Treibhausgas-Emissionen basieren, müssen für kleinräumige Aussagen zu einem Bundesland wie NRW regionalisiert werden.

Für die Darstellung der zukünftig zu erwartenden Klimaänderungen in NRW wurde in Kooperation mit dem Deutschen Wetterdienst ein Ensemble von 19 verschiedenen Klimamodellkombinationen ausgewertet (regionale Klimamodelle), die auf einem bestimmten Treibhausgas-Emissionsszenario beruhen.

Die regionalen Klimaprojektionen zeigen deutliche Signale für einen zukünftigen Anstieg der Temperaturen in NRW. Für die nahe Zukunft (2021–2050) werden Zunahmen der

Jahresmitteltemperatur von 0,8 °C bis 1,7 °C projiziert, für die ferne Zukunft (2071–2100) von 2,3 °C bis 3,8 °C. Für die Herbst- und Wintermonate fallen die Steigerungen der Temperatur etwas höher aus, für den Frühling etwas geringer. Eine (regional) differenziertere Betrachtung der Temperaturentwicklung ist nicht möglich, da die regionalen Unterschiede nur gering sind, insbesondere im Vergleich zu den Modellunsicherheiten.

Bezüglich der klimatologischen Kenntage zeigen die Klimamodelle für NRW für die nahe Zukunft einen deutlichen Anstieg der Sommertage (0 bis +14) und der heißen Tage (0 bis +7), während bei den Frosttagen (-29 bis -11) von einem starken Rückgang auszugehen ist. Für die ferne Zukunft fallen die Ergebnisse noch deutlicher aus: Bei der Anzahl der Sommertage (+7 bis +38) und der heißen Tage (+1 bis +21) ist von einem signifikanten Anstieg auszugehen, während für Frosttage (-27 bis -50) ein erheblicher Rückgang projiziert wird. Die Projektionen zeigen außerdem, dass im Südwesten des Landes von der stärksten Zunahme der heißen Tage ausgegangen werden kann.



während das Signal für den Rückgang der Frosttage im Osten und Südosten des Landes (u.a. im Sauerland) am stärksten ist.

Die Projektionen zeigen für den Niederschlag in NRW im Jahresmittel für die nahe Zukunft Veränderungen zwischen -1 % und +8 %, für die ferne Zukunft eine etwas größere Spannweite von -6 % bis +15 %. Auffällig im Hinblick auf die Entwicklung der Niederschläge ist insbesondere, dass von deutlichen jahreszeitlichen Unterschieden auszugehen ist: Im Winter sind allgemein eher Zunahmen (nahe Zukunft: etwa +1 % bis +13 %, ferne Zukunft: +7 % bis +21 %), im Sommer ist für die ferne Zukunft eine signifikante Abnahme der Niederschlagsmenge zu erwarten (etwa -4 % bis -29 %).

Aussagen über die zukünftige Entwicklung von Extremniederschlägen in NRW müssen auf Basis der derzeit vorliegenden Datengrundlage und den damit verbundenen Unsicherheiten sehr vorsichtig interpretiert werden. Durch die Zunahme der Niederschläge im Winter wird allgemein auch eine Zunahme der Bandbreite der einzelnen Ereignisse erwartet, so auch für Niederschlagsextreme. Auch für den Sommer wird die Zunahme von Starkniederschlagsereignissen erwartet, wobei sowohl die Häufigkeit als auch die Intensität einzelner Ereignisse steigen könnte. Wegen der Temperaturzunahme ist in NRW langfristig auch mit einer Abnahme der natürlichen Schneetage zu rechnen, da Niederschläge im Winter vermehrt als Regen und seltener als Schnee fallen.

Auch wenn Projektionen zu Veränderungen von Windfeldern und Windgeschwindigkeiten derzeit noch unsicher sind, rechnet das IPCC in Zukunft in Mitteleuropa mit stärkeren Stürmen. Nach einem realistischen Szenario könnte die Anzahl von Sturmtagen (Windgeschwindigkeiten über 89 km/h) um 28 % und von Orkantagen (Windgeschwindigkeiten über 103 km/h) um 60 % in NRW ansteigen (Quelle: Kropp et al. 2009).

Nordrhein-Westfalen gehört mit seiner engagierten Klimaschutzpolitik bundesweit und auch international zu den Vorreitern. NRW verabschiedete 2013 das bundesweit erste Klimaschutzgesetz mit ambitionierten Zielen für den Klimaschutz und die Klimafolgenanpassung. Der umfassende und in einem breit angelegten Dialog- und Beteiligungsverfahren erarbeitete Klimaschutzplan für NRW beinhaltet zahlreiche Maßnahmen zur Umsetzung dieser Klimaschutzziele. Im Klimaschutzplan sind sowohl im Teil „Klimaschutz“ als auch im Teil „Anpassung an den Klimawandel“ Maßnahmen mit Bezug zum Wald sowie zur Forst- und Holzwirtschaft enthalten.

Aufbauend auf der allgemeinen Klimaanpassungsstrategie für NRW von 2009 und auf ersten Maßnahmen zum Thema Wald im Klimawandel aus 2012 sowie in Abstimmung mit dem Klimaschutzplan NRW wird mit der vorliegenden Broschüre eine Klimaanpassungsstrategie für den Wald in NRW vorgestellt. Diese Strategie basiert auf einem umfassenden, im Auftrag des MKULNV erstellten Fachkonzept.

Inhaltlich knüpft die Klimaanpassungsstrategie für den Wald in NRW auch an die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel und an entsprechende Initiativen und Projekte auf europäischer Ebene an.

## Fachkonzept für die Klimaanpassungsstrategie Wald Nordrhein-Westfalen

Die vorliegende Klimaanpassungsstrategie für den Wald in NRW basiert wesentlich auf einem umfassenden Fachkonzept, welches im Auftrag des MKULNV im Zeitraum Sommer 2013 bis Sommer 2014 unter maßgeblicher Beteiligung relevanter nordrhein-westfälischer Facheinrichtungen und Institutionen durch das Beratungsunternehmen Unique forestry and land use GmbH erarbeitet wurde.

Die Erstellung des Fachkonzepts basierte zum einen auf einer ausführlichen Recherche und Aufbereitung des aktuellen Wissensstandes. Zum anderen fußt das Konzept auf einer umfassenden Beteiligung von Fachleuten aus der Forst- und Umweltverwaltung sowie von Vertretern/-innen von Institutionen aus den Bereichen Wald, Forst- und Holzwirtschaft, Naturschutz, Bildung und Forschung. So beinhaltete der Arbeitsprozess die Durchführung von sechs Workshops.

Die wesentlichen Projektergebnisse und Inhalte des Fachkonzepts sind:

- Beschreibung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Wälder und die Waldbewirtschaftung in NRW
- Darstellung von Maßnahmen zur Anpassung der Wälder und des Waldmanagements in NRW an den Klimawandel
- Skizzierung eines „klimadynamischen Waldinformationssystems NRW“ (KlimaWIS.NRW) als zentrales, übergreifendes Element der Anpassungsstrategie



Das Fachkonzept zur Klimaanpassungsstrategie Wald NRW kann auf der Internetseite des Ministeriums unter [www.umwelt.nrw.de](http://www.umwelt.nrw.de) eingesehen und von dort abgerufen werden.



Fachliche Diskussion zwischen Experten und Vertretern/-innen von Einrichtungen aus den Bereichen Wald, Forst- und Holzwirtschaft

### 3 Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald und die Waldbewirtschaftung

Die bereits festzustellenden und für die Zukunft prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels auf die Wälder und die Waldbewirtschaftung in NRW (Klimafolgen) sind durch vielfältige und komplexe Wechselwirkungen gekennzeichnet. Einzelne Bereiche (z. B. Waldökologie oder Waldbewirtschaftung) sind durch die verschiedenen Wirkungsfaktoren (z. B. Temperatur- und Niederschlagsveränderung) in unterschiedlicher Form und in abweichendem Ausmaß betroffen (Vulnerabilität). Überwiegend stellen Klimaveränderungen für die Forstwirtschaft Risiken und neue Handlungserfordernisse dar. Für einzelne Aspekte können sich aber auch Chancen und positive Veränderungen ergeben.

Die Klimafolgen basieren hauptsächlich auf den zu erwartenden Temperatur- und Niederschlagsveränderungen. Hinzu kommen weitere klimatische Faktoren (z. B.

Stürme) und indirekte Effekte für das Waldmanagement (z. B. erhöhte Belastung durch Schadinsekten, veränderte Baumartenwahl) sowie nachgelagerte Bereiche (z. B. verändertes Holzaufkommen).

Klimafolgen erstrecken sich über die vier Themenbereiche „Wald und Waldbewirtschaftung“, „Biodiversität im Wald und Waldnaturschutz“, „Cluster Forst- und Holzwirtschaft“ sowie „Wald und Gesellschaft“. Eine zentrale Auswirkung des Klimawandels auf Wälder und Waldmanagement ist die Veränderung der standörtlichen Rahmenbedingungen und somit der Eignung und Risiken verschiedener Baumarten und Waldgesellschaften oder Bestandestypen. Eine veränderte Baumartenwahl und angepasste Bewirtschaftungskonzepte haben vielfältige Auswirkungen in ökologischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Sicht.

#### Auswirkungen des Klimawandels auf Wälder und Waldbewirtschaftung (Klimafolgen)





# Klimafolgen für den Wald und die Waldbewirtschaftung

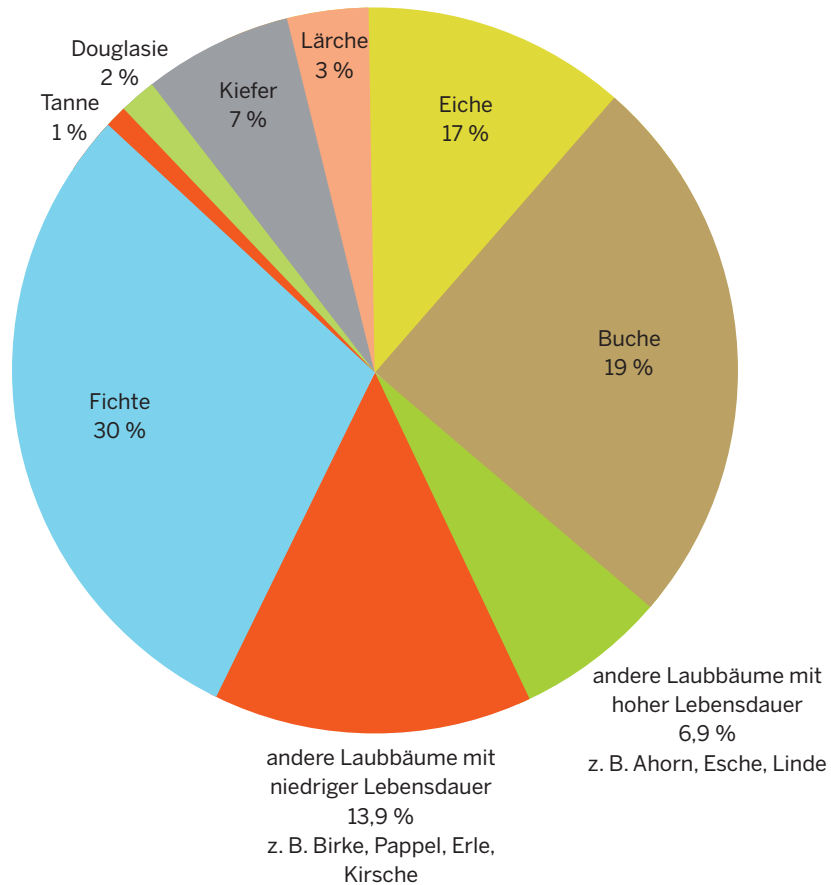
## Klimafolgen im Bereich Waldökologie

Die zentrale Auswirkung des Klimawandels für die Wälder und für die verschiedenen Baumarten ist die Veränderung der Standortbedingungen. Dies beinhaltet sowohl die Veränderung der Vegetationszeit für die Baumarten als auch das Auftreten von Trockenphasen (bis hin zu Ausfällen durch Trockenstress im Sommer). Besondere Bedeutung kommt hierbei dem Wasserspeichervermögen der Waldböden (pflanzenverfügbarer Bodenwassergehalt) zu. Die Waldbestände sind in steigendem Maße durch Schadereignisse wie Sturm, Insektenkalamitäten, Frostschäden und Waldbrand gefährdet. Bei ausreichender Wasserversorgung können eine verlängerte Vegetationszeit und steigende Temperaturen zu Wachstumssteigerungen führen.

Die veränderten Standortbedingungen und Risiken führen zu einer Änderung der Wuchs- und Konkurrenzbedingungen für die verschiedenen Baumarten und somit auch zu Arealverschiebungen.

Die jüngste Bundeswaldinventur hat für NRW einen Trend hin zu einem höheren Laubholzanteil und zu einem höheren Anteil an Mischwäldern festgestellt. Es wird davon ausgegangen, dass eine Erhöhung des Anteils standortangepasster und naturnaher Mischbestände mit höheren Laubholzanteilen eine größere Stabilität, Anpassungsfähigkeit und Risikostreuung der Wälder im Klimawandel bedeutet.

## Baumartenanteile



Quelle: BMEL, 2014

Für die bedeutende Wirtschaftsbaumart Fichte wird erwartet, dass sich die Wuchs- und Konkurrenzbedingungen an Standorten mit verringerter Wasserversorgung verschlechtern. Zudem steigt für die Fichte das Risiko von Sturm- und Insektenschäden.

Eine Modellbetrachtung des Landesbetriebes Wald und Holz NRW zeigt für das Wuchsgebiet Sauerland (ca. 541.000 ha, auch Nicht-Waldfläche), mit einer Nadelwaldfläche von ca. 205.000 ha, eine deutliche Verschlechterung der Anbaubedingungen für die Fichte. In einem

Klimaszenario mit einem Temperaturanstieg um 2 °C und einer Verringerung des Niederschlags um 10 % verringert sich die Fläche für Fichte als voll standortgerechte Baumart (keine besonderen Anbaurisiken) fast um die Hälfte (von ca. 124.000 ha auf ca. 67.000 ha). Dagegen erhöht sich bei diesem Szenario der Anteil der nicht standortgerechten Fichtenanbauten (erhöhtes Anbaurisiko) von aktuell ca. 33.000 ha auf ca. 50.000 ha. Eine Erhöhung der Durchschnittstemperatur, eine Verlängerung der Vegetationszeit und eine Zunahme von Witterungsextremen wird die Wahrscheinlichkeit von Borkenkäferbefall erhöhen.

### Modellierte Standorteignung von Fichten-Bestockung im Sauerland

Klimaszenario/Modellierte Standorteignung	Aktueller Zustand (Klimadaten 1961–1990) (betrachtete Fläche 199.900 ha)	Temperatur +1 °C, Niederschlag -10 % (betrachtete Fläche 199.900 ha)	Temperatur +2 °C, Niederschlag -10 % (betrachtete Fläche 204.700 ha)
voll standortgerecht (keine besonderen Risiken)	123.800 ha	78.300 ha	67.300 ha
bedingt standortgerecht (keine optimalen Wuchsbedingungen, verminderte Vitalität, geringfügig erhöhtes Schadensrisiko)	43.100 ha	79.700 ha	87.300 ha
nicht standortgerecht (Anbaurisiko)	33.000 ha	41.900 ha	50.100 ha

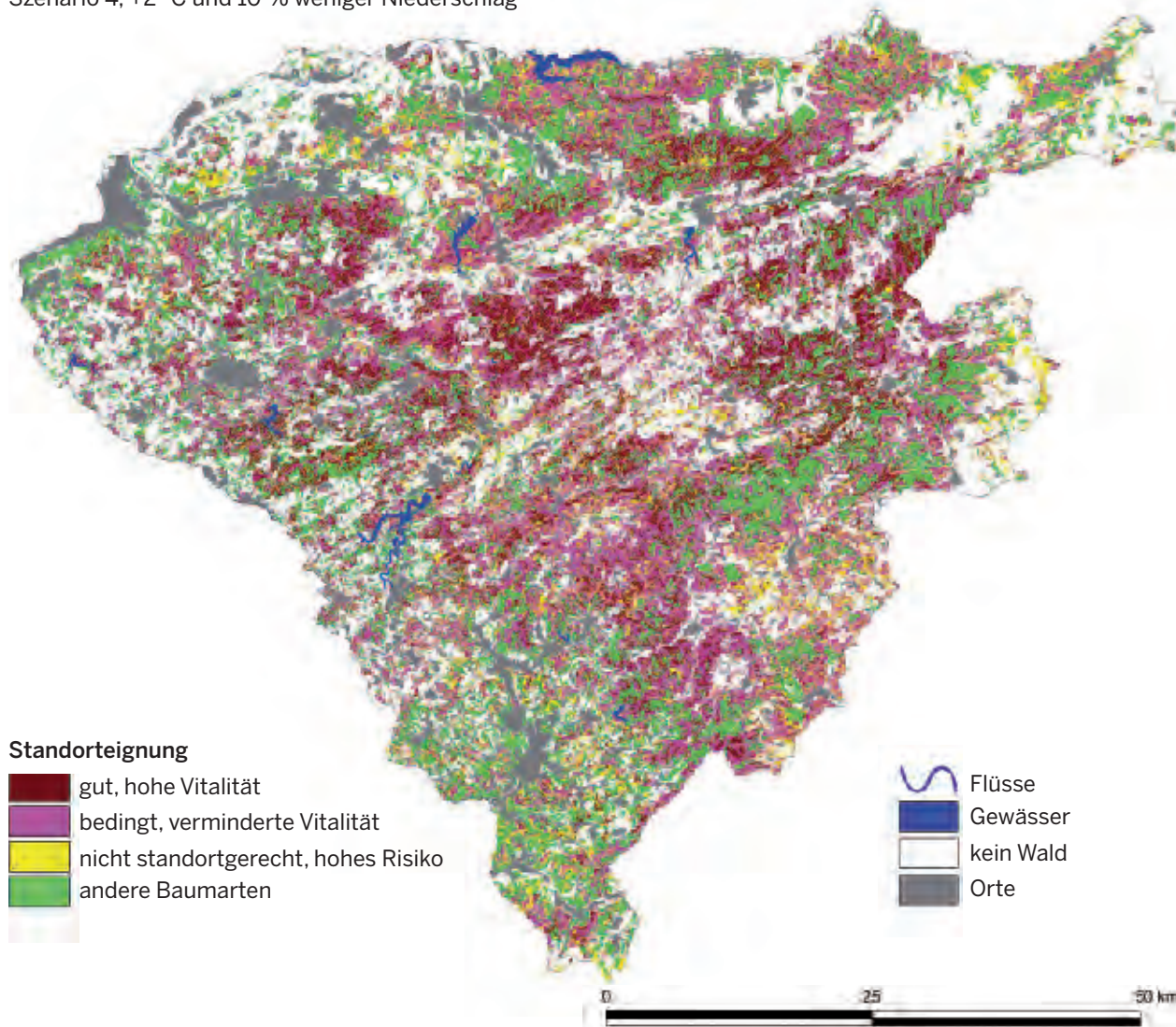
Quelle: Asche & Norra, 2013 (waldwissen.net)



## Standortgerechte Fichte auf Nadelwaldfläche

ATKIS 2004

Wuchsgebiet Sauerland (erweitert), Klimadaten Periode 1961–1990;  
Szenario 4, +2 °C und 10 % weniger Niederschlag



### Standorteignung

<span style="color: darkred;">■</span>	gut, hohe Vitalität
<span style="color: purple;">■</span>	bedingt, verminderte Vitalität
<span style="color: yellow;">■</span>	nicht standortgerecht, hohes Risiko
<span style="color: green;">■</span>	andere Baumarten
<span style="color: white;">■</span>	kein Wald
<span style="color: grey;">■</span>	Orte

	Flüsse
	Gewässer
	kein Wald
	Orte

Quelle: Asche & Norra, 2013 (waldwissen.net)

© Geowissenschaftliche Basisdaten: Geologischer Dienst NRW, Krefeld  
© Geobasisdaten: Land NRW, Bonn, 1090/2008

Für die wichtigen heimischen Baumarten Buche und Stieleiche dürften sich die Wuchs- und Konkurrenzbedingungen an Standorten mit ausreichender Wasserversorgung verbessern.

In NRW liegt ein Verbreitungsschwerpunkt der mitteleuropäischen Buchenwälder. Innerhalb der natürlichen Waldgesellschaften nimmt die Buche eine dominierende Stellung ein. In vielen Gebieten von NRW würden Buchenwälder auch bei höheren Temperaturen (Anstieg der jährlichen Mitteltemperaturen bis 2 °C) und bei nur geringem Rückgang der Sommerniederschläge gedeihen. Kritisch könnte es an den Grenzen des Buchenvorkommens werden. In den höheren Lagen der Mittelgebirge hingegen, wo bisher das Wärmeangebot bei weit ausreichenden Niederschlägen die Entwicklungsmöglichkeit der Buche begrenzte, kann eine Temperaturerhöhung

während der Vegetationsperiode zu einer Erweiterung des Areals führen. Hier werden auch kleinflächigere Bewirtschaftungsmosaiken, z. B. mit der Baumart Fichte, möglich. Einschränkend wirken die Anfälligkeit der Buche gegenüber heißen Trockenperioden mit Wassermangel, Starkregenfällen mit Wasserrückstau in Böden, und dem Auftreten der Buchenkomplexkrankheit. Bei der Buchenkomplexerkrankung sind atlantisch geprägte Klimabedingungen aber auch Witterungsextreme, wie heiße Sommer, von Bedeutung. Sommertrockenheit fördert die Buchenwollschilddlaus und somit die Vorschädigung der Rinde, Herbstliche Starkregenereignisse und milde Winter unterstützen das Wachstum der Rindenpilze. Da die Klimaprognosen genau solche Witterungsereignisse für NRW aufzeigen, ist mit einer Zunahme von Erkrankungswellen durch Buchenrindennekrose zu rechnen.

Genügsame Baumarten wie Traubeneiche und Kiefer dürften mit dem Temperaturanstieg gut zurechtkommen und ihre Konkurrenzkraft in höheren Lagen bzw. auf ärmeren Böden des Tieflandes ausbauen.

Die konkreten Auswirkungen des Klimawandels auf die Wuchs- und Konkurrenzbedingungen für die verschiedenen Baumarten inkl. nicht heimischer Baumarten wie die

Douglasie sind stets vor dem Hintergrund des konkreten Standorts zu betrachten.

Das vermehrte Auftreten von Starkregen führt zu verstärktem Oberflächenabfluss, erhöht das Risiko von Bodenerosion und beeinflusst die Wasserspende in das Grundwasser.

## Klimafolgen für die Waldbewirtschaftung



Veränderung der Witterungsbedingungen für die Holzernte

Für Forstbetriebe und Waldeigentümer/-innen verändern sich die langfristigen Rahmenbedingungen für die Waldbewirtschaftung durch den Klimawandel in vielfältiger Weise. Hierbei ist die Forstwirtschaft, aufgrund der im Vergleich zu anderen Branchen mit Planungs- und Bewirtschaftungszeiträumen von etwa 80–150 Jahren sehr langen Zeiträumen, besonders betroffen. Aufgrund der langen Betrachtungszeiträume, sowie der verbleibenden Wissenslücken und Unsicherheiten bezüglich der tatsächlichen Auswirkungen des Klimawandels, gestalten sich entsprechende Anpassungsmaßnahmen deutlich schwieriger. Während nahezu alle Aspekte der Forstwirtschaft in unterschiedlichem Maße von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sind, geht es bei entsprechenden Anpassungsmaßnahmen vor allem um die Frage der Baumartenwahl und der waldbaulichen Behandlungskonzepte.

Aufgrund der sich verändernden Standortbedingungen und der erhöhten Risiken für die Waldbestände sind die Forstfachleute und die Waldbesitzenden damit konfrontiert, dass die derzeitigen Waldbaukonzepte und Baumartenempfehlungen in dieser Form für die Zukunft nur eingeschränkt gültig sind. Die derzeitigen wirtschaftlichen Hauptbaumarten sind je nach Standort bezüglich ihrer Eignung bis zum Erntealter zu hinterfragen. Dies gilt insbesondere für den nicht standortangepassten Anbau

der Fichte. Zudem könnten andere heimische Baumarten und auch gebietsfremde Baumarten wie insbesondere die Douglasie aufgrund ihrer Eignung für veränderte klimatische Bedingungen zukünftig eine größere Rolle spielen. Neben dem Kriterium der Standorteignung dürfte zukünftig der Baumartenmischung eine größere Bedeutung zukommen, da standortangepasste Mischbestände für den Forstbetrieb eine größere Produktvielfalt, eine Risikominimierung gegenüber Schadereignissen und Klimaveränderungen sowie häufig auch eine höhere Naturnähe aufweisen. Zur Risikominimierung kann auch die Verkürzung des Erntealters in Betracht kommen. In einem zukünftigen Waldbaukonzept für NRW werden Bestandestypen mit geeigneten Mischungen standortangepasster Baumarten (Waldentwicklungstypen) eine zentrale Rolle einnehmen.

Hierfür stellen bodenkundliche Informationsgrundlagen zum forstlichen Standort eine wichtige Grundlage dar. Auch die aktuell zugelassenen und empfohlenen Herkünfte von Saat- und Pflanzgut sind entsprechend zu überprüfen. Die Verfahren der Waldarbeit und die Forsttechnik sind an die Auswirkungen des Klimawandels anzupassen, z. B. bezüglich der weitergehenden Vermeidung von Bodenverdichtung durch Forstmaschinen bei wärmeren und feuchteren Wintern. Aufgrund des steigenden Risikos von Waldschäden, insbesondere durch Sturmereignisse und Insekten, wird der Aufwand für Forstschutzmaßnahmen steigen.

Insgesamt bedeutet der Klimawandel für die Forstwirtschaft, dass die Aufgabe der Waldbewirtschaftung erheblich anspruchsvoller und aufwendiger wird, dass planerische Entscheidungen durch Wissenslücken und Unsicherheiten gekennzeichnet sind und dass die Aufwendungen für die Bestandesbegründung, -pflege und -ernte steigen. Langfristig könnte sich die Wirtschaftlichkeit forstwirtschaftlicher Betriebe verschlechtern und die Motivation für die Waldbewirtschaftung im Kleinprivatwald könnte sich verringern. Vor diesem Hintergrund kommt der Verbesserung der Informationsgrundlagen und Managementinstrumente für die forstliche Bewirtschaftung bei der Anpassung an den Klimawandel eine zentrale Bedeutung zu.

## Klimafolgen für die Biodiversität im Wald und den Waldnaturschutz

Die klimatischen Veränderungen betreffen alle Aspekte der Waldökosysteme und der Biodiversität im Wald, d. h. die Arten- und Biotopausstattung, die Habitatstrukturen und die ökologischen Prozesse.

Insgesamt werden sich die veränderten Konkurrenzverhältnisse auf das Vorkommen und die Häufigkeit von Arten und auf Populationsgrößen auswirken. Arten mit einem engen ökologischen Toleranzbereich haben geringere Anpassungsmöglichkeiten und entsprechende Nachteile bei sich verändernden Konkurrenzbedingungen. Es kann auch zu Verschiebungen von Verbreitungsarealen kommen, wobei die verschiedenen Arten entsprechend ihrer Mobilität unterschiedliche Möglichkeiten zur Adaptation haben.

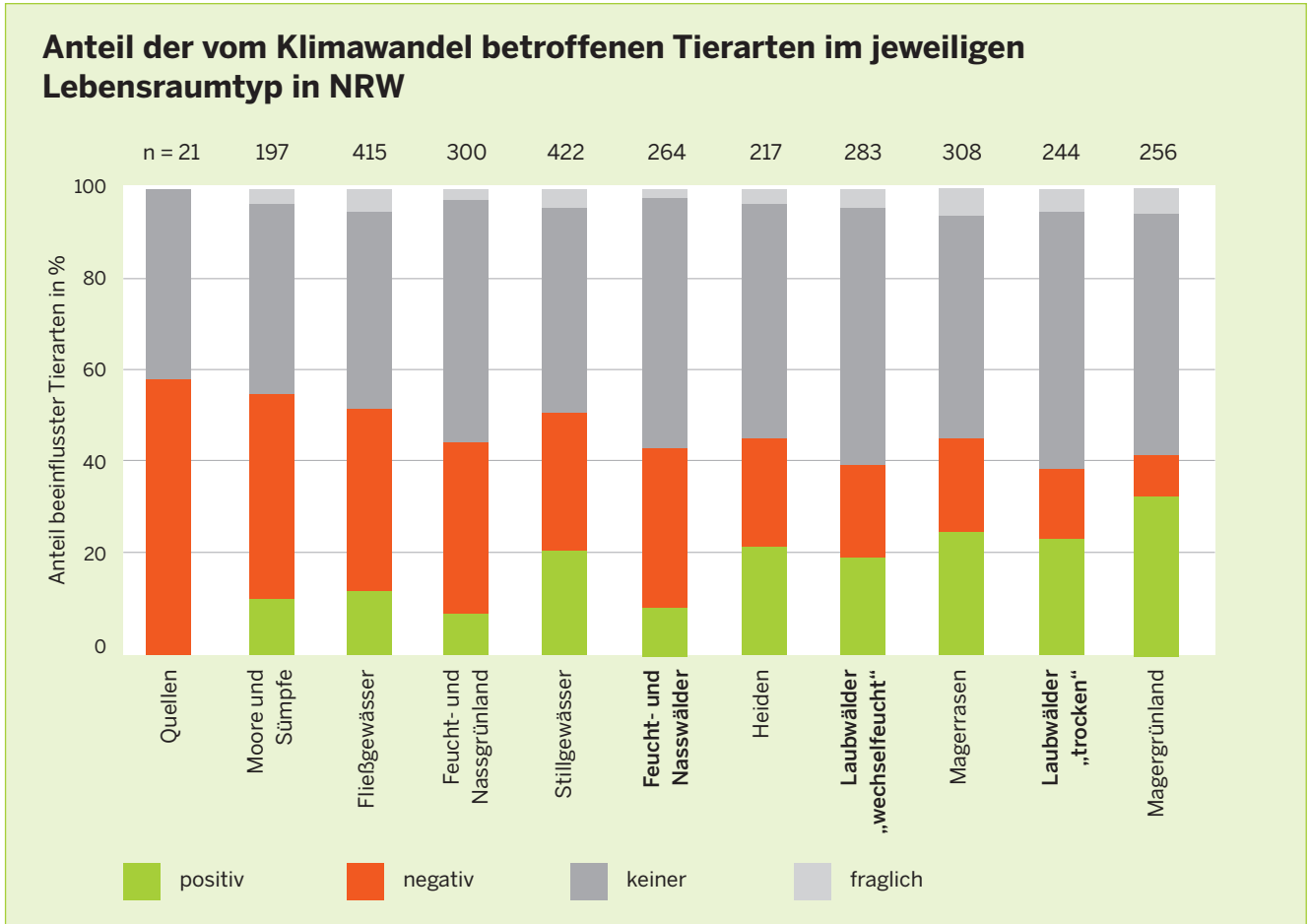
Sensible Waldstandorte oder Extremstandorte, wie sehr trockene oder sehr feuchte Standorte, sind von steigenden Temperaturen und veränderten Niederschlagsverhältnissen besonders betroffen. Invasive Arten können zunehmend das natürliche Artenvorkommen beeinflussen.

Nach einer im Auftrag des MKULNV erstellten Studie der Universität Münster werden etwa 26 % der untersuchten Tierarten, 12 % der Pflanzenarten und 38 % der Lebensräume negativ auf die Klimaerwärmung reagieren. Hierzu gehören vor allem Kälte liebende Arten, die keine Möglichkeiten haben, auf kühlere Regionen auszuweichen. Besonders empfindlich reagieren stenöke Arten sowie wenig mobile Arten. Bei Veränderungen der Umweltbedingungen sind sie nicht in der Lage, auf Ersatzlebensräume auszuweichen. Hingegen können sich Wärme liebende Arten wie Reptilien, Libellen oder Heuschrecken aufgrund der zu erwartenden höheren Temperaturen ausbreiten oder sich neu in NRW ansiedeln. Vor dem Hintergrund sind verstärkte Schutz- und gezielte Anpassungsmaßnahmen notwendig, um die Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität abzuf puffern. Insgesamt besteht in NRW für 221 klimasensible Tier- und Pflanzenarten (vor allem Arten der Moore und Feuchtgebiete) und 18 klimasensible Lebensräume (vor allem Feuchtlebensräume) ein besonderer Handlungsbedarf. Besonders klimasensible Waldlebensräume sind Erlenbruchwälder. Grundsätzlich kommt der Wiederherstellung eines möglichst natürlichen Wasserhaushaltes eine große Bedeutung zu.

Diese Entwicklung ist für bereits jetzt seltene oder gefährdete Arten und Biotope besonders problematisch. Angesichts der erhöhten Dynamik der Veränderungen im Klimawandel stellt die Weiterentwicklung der meist statisch ausgerichteten Schutzgebietskonzepte zur langfristigen Aufrechterhaltung der Schutzziele und Naturschutzleistungen eine Herausforderung für den Waldnaturschutz dar. In allen Schutzgebieten müssen solche Schutz-, Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen verstärkt werden, die die Anpassung an den Klimawandel berücksichtigen. Der landesweite Biotopverbund in NRW muss eine stabile, alle Biotoptypen repräsentierende Gebietskulisse darstellen, in der sich im Verlauf des Klimawandels auf klimatisch unterschiedlichen Standorten vielfältige Lebensgemeinschaften entwickeln können. Korridore bzw. Trittstein-Habitats sollen dabei die Möglichkeit schaffen, dass vom Klimawandel benachteiligte Arten geeignete kühlere oder feuchtere Gebiete erreichen können. Mittelgebirgskorridore vernetzen zum Beispiel das Siegerland mit dem Weserbergland und dem Teutoburger Wald, Auenkorridore verbinden Tiefland und Bergregionen.



Beeinflussung der Lebensräume für seltene Waldtierarten



Quelle: Universität Münster, Institut für Landschaftsökologie, 2009



## Klimafolgen für den Cluster der Forst- und Holzwirtschaft

Über den Wald und die Waldbewirtschaftung hinaus betreffen die Auswirkungen des Klimawandels auch die auf dem Wald und seinen Erzeugnissen aufbauende Holzwirtschaft und verwandte Wirtschaftsbereiche. Durch verstärkt auftretende Schadereignisse im Wald und witterungsbedingte Hindernisse bei der Holzernte kann die regelmäßige Verfügbarkeit von Rohholz beeinträchtigt werden und die Rohholzpreise können stark schwanken.

Der Cluster der Forst- und Holzwirtschaft, der in NRW eine große ökonomische und arbeitsmarktpolitische Bedeutung hat, ist in besonderem Maße auf die Be- und Verarbeitung von Nadelholz, hierbei insbesondere Fichtenholz, ausgerichtet. So verwenden die Sägeindustrie und der Holzbau fast ausschließlich Nadelholz.



Der im Rahmen der Anpassung an den Klimawandel angestrebte Waldumbau hin zu standortangepassten Mischbeständen mit erhöhten Laubholzanteilen wird langfristig zu einer Verringerung des Nadelholzangebots führen. Der Wechsel der Baumart Fichte an ungeeigneten Standorten hin zu anderen Nadelholzarten oder auch Laubholzarten führt ebenfalls zu einem veränderten Angebot. Die Entwicklung neuer, marktfähiger und werthaltiger Laubholzprodukte, auch im konstruktiven Bereich, und eine entsprechende Anpassung der Holzindustrie stellt eine erhebliche Herausforderung für die Branche dar.

Erforderliche Anpassung der Holzwirtschaft in Bereichen wie Beschaffung, Logistik, Be- und Verarbeitungstechnik, Produktentwicklung, Qualifikation und Vermarktung stellen zusätzlichen erhöhten Aufwand für die Branche dar und beeinflussen somit die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen.



Moderne Nadelholzprodukte für die konstruktive Verwendung



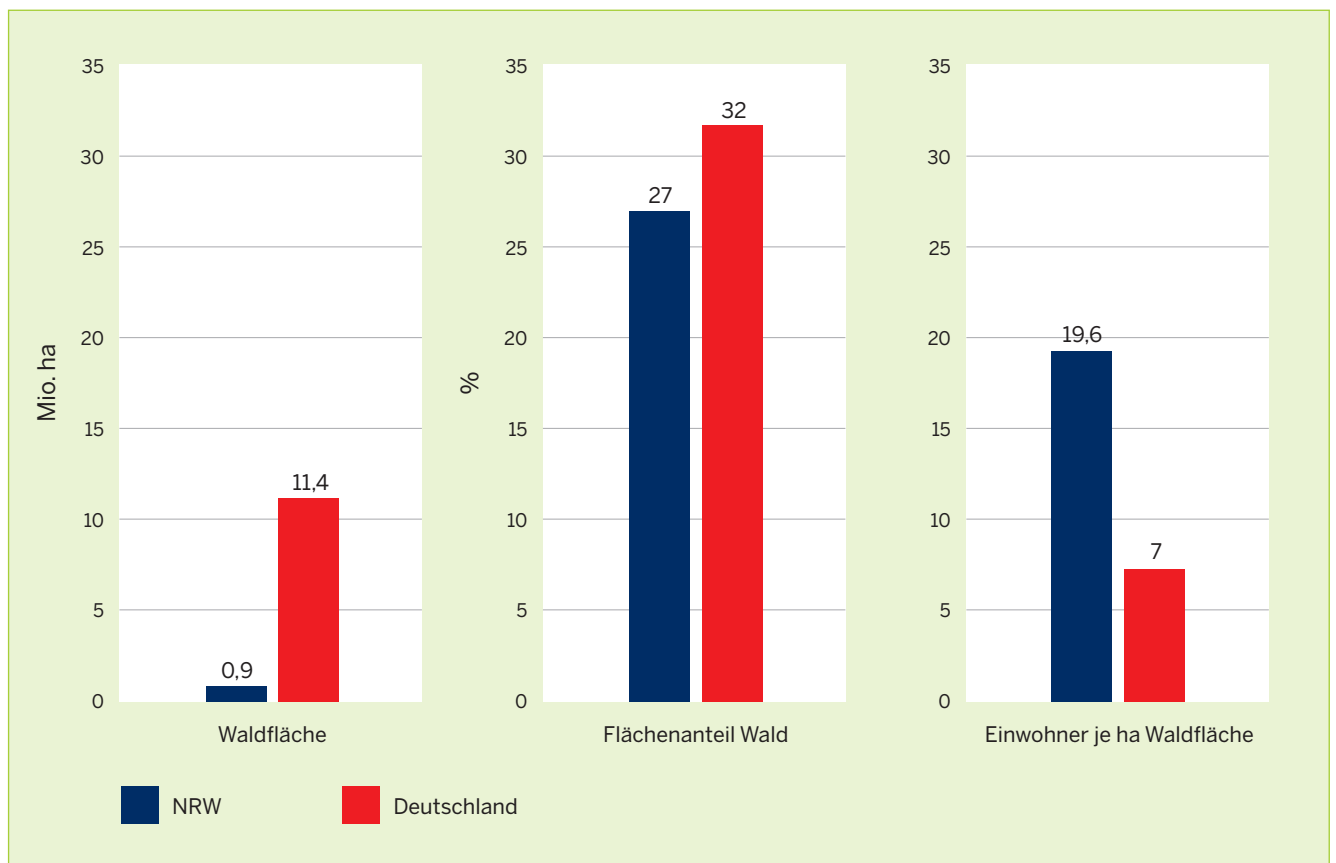
Ingenieurholzbau am Beispiel einer besonderen Dachkonstruktion (Elefantenhaus des Kölner Zoos)



## Klimafolgen für den Bezug der Gesellschaft zum Wald

Die Auswirkungen des Klimawandels betreffen auch den vielfältigen Bezug der Gesellschaft zum Wald. Im Rahmen der angepassten Waldbewirtschaftung mit Veränderungen bei der Baumartenwahl und bei den Bestandesstrukturen sowie im Zusammenhang mit verstärkt auftretenden Schadereignissen im Wald bis hin zu forstlichen Katastrophen ergeben sich andere Waldbilder als Kulisse für Naherholung, Sport, Tourismus sowie Umwelt- und Nachhaltigkeitsbildung. Dies ist besonders relevant für die urbanen Wälder der Metropolen und die charakteristischen Tourismusregionen. Bei steigenden Temperaturen und sommerlichen Hitzeperioden ist eine steigende

Nachfrage nach Erholung im Wald zu erwarten. Aufgrund verschiedener abiotischer und biotischer Schadfaktoren (z. B. Sturm, Insekten- und Pilzbefall) können verstärkte Verkehrssicherungsmaßnahmen erforderlich sein, was einen zusätzlichen Aufwand für die Forstbetriebe und Waldeigentümer/-innen darstellt. Häufiger erforderliche Forstschutzmaßnahmen wie die Bekämpfung von Forstschädlingen können zu Konflikten mit Erholungssuchenden führen. All diese Auswirkungen des Klimawandels sind im bevölkerungsreichen NRW im Vergleich zu anderen Bundesländern besonders relevant.



Quellen: BMEL, 2014; IT.NRW, Statistisches Bundesamt



Beeinflussung der Erholungsnutzung im Wald durch den Klimawandel

Die Schutzfunktionen der Wälder werden im Klimawandel noch bedeutender. So ist die Leistungsfähigkeit der Wälder bezüglich des Boden- und Wasserschutzes sowie der Luftreinhaltung aufrechtzuerhalten. Vor diesem Hintergrund kommt dem Monitoring forstlich relevanter Umweltfaktoren (insbesondere Schadstoffeinträge, Bodenzustand) eine erhöhte Bedeutung zu. Angesichts verstärkter auftretender Starkregenereignisse und Trockenperioden steigt die Funktion der Waldböden bezüglich des Erosionsschutzes, des Wasserspeichers und des Beitrages zum Geländewasserhaushalt und zur Trinkwasser-

gewinnung. Auch die Klimaschutzleistung der Wälder und der Holzverwendung über die Speicherung von CO<sub>2</sub> und die Substitution fossiler Rohstoffe ist aufrechtzuerhalten und möglichst auszubauen.

Aufgrund steigender Risiken und erhöhter Aufwendungen in der Forst- und Holzwirtschaft im Rahmen des Klimawandels sind Arbeitsplätze in diesem Wirtschaftsbereich gefährdet. Dies ist insbesondere bei der wichtigen Beschäftigungsfunktion im strukturschwachen ländlichen Raum problematisch.

Die berufliche Qualifikation für Arbeitskräfte, Fachleute und Multiplikatoren im Bereich Wald und Waldmanagement muss an die neuen Herausforderungen des Klimawandels angepasst werden. Die Inhalte der beruflichen Aus- und Weiterbildung sowie der Umwelt- und Nachhaltigkeitsbildung, insbesondere für Kinder und Jugendliche, sind weiterzuentwickeln. In nahezu allen Bereichen der

Wälder, des Waldmanagements und der Holzverwendung entstehen neue Forschungsfragestellungen und wissenschaftliche Aufgaben. Insgesamt erfordern die Herausforderungen des Klimawandels im Wald stärker interdisziplinäre, vernetzte und kooperative Lösungsansätze sowie moderne, leistungsfähigere Instrumente und Managementhilfen.



Umgang mit dem Thema Wald im Klimawandel in der Ausbildung und in der Umweltbildung

## 4 Zielsetzung und strategischer Ansatz zur Anpassung des Waldes und des Waldmanagements an den Klimawandel

Der Wald, sein Erhalt und seine nachhaltige, multifunktionale Nutzung stellen ein wichtiges Politikfeld der nordrhein-westfälischen Landesregierung dar. Daher ist es auch ein bedeutendes Ziel der Waldpolitik, die Auswirkungen des Klimawandels auf die heimischen Wälder und auf die Waldbewirtschaftung besser zu verstehen, sowie geeignete Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln und einzuleiten bzw. eine Umsetzung zu unterstützen.

Hierbei nimmt die vorliegende Klimaanpassungsstrategie Wald NRW eine zentrale Rolle ein. Die Klimaanpassungsstrategie Wald ist ein bedeutender Bestandteil des Klimaschutzplans für NRW und der Waldstrategie 2050. Sie weist auch vielfältige Bezugspunkte zu anderen wichtigen Landesstrategien auf. Die vorliegende Klimaanpassungsstrategie Wald des MKULNV basiert auf einem fundierten Fachkonzept. Auf der Grundlage

### Zielsetzung und Leitbild

- Die Auswirkungen des Klimawandels auf die nordrhein-westfälischen Wälder und auf die Waldbewirtschaftung sind wissenschaftlich untersucht sowie den Entscheidungsträgern/-innen, Fachleuten und Betroffenen bekannt.
- Die eingeleiteten Anpassungsmaßnahmen erhöhen die Stabilität und Anpassungsfähigkeit der Wälder. Sie stellen die Aufrechterhaltung der vielfältigen Waldleistungen und -funktionen sicher. Zudem unterstützen die Maßnahmen Waldeigentümer/-innen, Forstbetriebe und weitere Akteure bei der erforderlichen Anpassung des Waldmanagements. Besondere grundsätzliche Bedeutung haben hierbei: Waldeigentum, Biodiversität, Klimaschutzleistung, Cluster Forst- und Holzwirtschaft, Walderholung im urbanen Raum.

### Umsetzung

- Kurz- bis mittelfristige Umsetzung prioritärer Handlungsfelder und Maßnahmen
- Besondere Bedeutung des klimadynamischen Waldinformationssystems
- Langfristige Umsetzung der gesamten Klimaanpassungsstrategie Wald
- Bezug zu Maßnahmen des Klimaschutzplans und der Waldstrategie 2050

einer umfassenden Problemanalyse wurden für vier zentrale Themenbereiche zahlreiche Handlungsansätze entwickelt. Die vorliegende Strategie beinhaltet eine Gewichtung der Ansätze und die Herausstellung von sieben prioritären Handlungsfeldern mit Umsetzungsmaßnahmen.

**Landesstrategien mit spezifischem Bezug**  
Klimaschutzplan, Waldstrategie 2050, Clusterstrategie Forst- und Holzwirtschaft

**Landesstrategien mit weiterem Bezug**  
Klimaanpassungsstrategie, Biodiversitätsstrategie, Umweltwirtschaftsstrategie, Bioökonomiestrategie, Nachhaltigkeitsstrategie, Forschungsstrategie

**Fachliche Grundlagen**  
Fachkonzept zur Klimaanpassungsstrategie Wald (aktueller Wissensstand, umfassende Beteiligung von Fachleuten und Vertretern/-innen von Interessengruppen), Expertise der Landesforst- und Umweltverwaltung.

- Entwicklung von Handlungsansätzen**
- Erstellung von Maßnahmen zur Anpassung der Wälder und des Waldmanagements an den Klimawandel
  - Vier Themenbereiche „Wald und Waldbewirtschaftung“, „Biodiversität im Wald und Waldnaturschutz“, „Cluster Forst- und Holzwirtschaft“ sowie „Wald und Gesellschaft“
  - 18 Handlungsfelder mit 49 Maßnahmen, Gewichtung und sieben prioritäre Handlungsfelder

- Problemanalyse**
- Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald und die Waldbewirtschaftung
  - Feststellung von Handlungsbedarf und -möglichkeiten
  - Vier Themenbereiche „Wald und Waldbewirtschaftung“, „Biodiversität im Wald und Waldnaturschutz“, „Cluster Forst- und Holzwirtschaft“ sowie „Wald und Gesellschaft“

## 5 Maßnahmen zur Anpassung des Waldes und des Waldmanagements an den Klimawandel

Die Anpassungsstrategie für die Wälder und das Waldmanagement in NRW an den Klimawandel erstreckt sich wie bei den Klimafolgen auch bei den Anpassungsmaßnahmen über die vier Themenbereiche „Wald und Waldbewirtschaftung“, „Biodiversität im Wald und Waldnaturschutz“, „Cluster Forst- und Holzwirtschaft“ sowie „Wald und Gesellschaft“.

In 18 Handlungsfeldern werden 49 Maßnahmen skizziert. Es werden konkrete Umsetzungsmöglichkeiten aufgezeigt

und es wird auf bereits bestehende Ansätze in NRW verwiesen. Aufgrund ihrer Bedeutung für die Anpassung an den Klimawandel und aufgrund ihrer zeitlichen Dringlichkeit werden den verschiedenen Handlungsfeldern unterschiedliche Prioritäten zugeordnet.

Die nachfolgende Übersicht fasst die in den Workshops von den Fachleuten erarbeiteten Handlungsfelder zusammen.

### Maßnahmen zur Anpassung des Waldes und des Waldmanagements an den Klimawandel (Klimaanpassung) (Bereiche mit Handlungsfeldern)

#### Wald und Waldbewirtschaftung

- Weiterentwicklung und Integration von Informations- und Planungsinstrumenten für Waldmanagement im Klimawandel
- Entwicklung eines Waldbaukonzepts für klimaplastische Wälder
- Ausweitung des Waldschutzmonitorings und -managements im Klimawandel
- Weiterentwicklung des forstlichen Krisenmanagements im Klimawandel
- Anpassung von Wildmanagement und Jagd in Wäldern im Klimawandel
- Anpassung von Waldarbeit und Forsttechnik an geänderte Anforderungen im Klimawandel
- Sicherung des forstlichen Wegebaus und -unterhalts für Waldmanagement im Klimawandel

#### Biodiversität im Wald und Waldnaturschutz

- Weiterentwicklung der Schutzgebietskonzepte für Waldnaturschutz im Klimawandel
- Anpassung naturschutzfachlicher Anforderungen an die Waldbewirtschaftung im Klimawandel
- Verbesserung der Naturnähe von Waldgewässern und Geländewasserhaushalt im Klimawandel

#### Cluster Forst- und Holzwirtschaft

- Unterstützung des Privat- und Kommunalwaldes bei der Anpassung der Wälder und der Waldbewirtschaftung an den Klimawandel
- Darstellung der Rohstoffversorgung für die Holzwirtschaft bei veränderter Waldbewirtschaftung im Klimawandel
- Monitoring und Steigerung der Klimaschutzleistungen von Wäldern und durch Holzverwendung

#### Wald und Gesellschaft

- Verbesserung der Informationsgrundlagen zum Klimawandel
- Ausbau von Forschung und Wissensmanagement im Bereich Wälder und Waldmanagement im Klimawandel
- Anpassung des waldbezogenen Arbeits- und Gesundheitsschutzes im Klimawandel
- Berufliche Qualifizierung und Sicherung von Personalkapazitäten für Waldmanagement im Klimawandel
- Verstärkte Kommunikation von Klimawandel im Wald im Rahmen der waldbezogenen Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit

## Klimaanpassung im Bereich Wald und Waldbewirtschaftung

### Weiterentwicklung und Integration von Informations- und Planungsinstrumenten für Waldmanagement im Klimawandel

#### Hintergrund

Die vielfältigen Informations- und Planungsinstrumente sowie Datengrundlagen für Wald in NRW bedürfen angesichts der gesteigerten Anforderungen im Klimawandel einer Weiterentwicklung und stärkeren Zusammenführung. Dies beinhaltet als Grundlage für ein modernes Waldmanagement verbesserte Datengrundlagen, weitergehende Auswertungsmöglichkeiten, stärker vernetzte Anwendungen und dynamischere Aktualisierungen. Die Nutzungsmöglichkeiten der verschiedenen Walddaten für Fachleute, Praktiker/-innen und die interessierte Öffentlichkeit bedürfen der Erweiterung.

#### Ziele und Maßnahmen

- Weiterentwicklung und stärkere Vernetzung von Informations- und Planungsinstrumenten sowie entsprechender Datengrundlagen (insbesondere über ein klimadynamisches Waldinformationssystem mit verschiedenen Modulen für Waldbesitzende, Forstpraktiker/-innen und Wald-Experten/-innen)
- Stärkere Integration moderner Informationssysteme und Planungshilfen in das Waldmanagement (z. B. Entscheidungsunterstützungssystem im Bereich Waldbau)
- Anpassung von Zielsetzungen, Strategien und Konzepten an ein dynamischeres Leitbild klimaplastischer Wälder
- Schaffung von Weiterbildungsangeboten für Forstfachleute sowie von Informations- und Unterstützungsmöglichkeiten für Waldbesitzende

#### Umsetzung

Landesforstverwaltung in Zusammenarbeit mit privatem und kommunalem Waldbesitz sowie mit Forschungseinrichtungen

#### Ansätze

u. a.: forstliche Bodenkarten, digitale forstliche Standortklassifikation, Forsteinrichtung, Waldbau- und Holzernteplanung, Forstschutz-Monitoring, Waldfunktionenkartierung, Waldnaturschutzinformationen, Waldzustandserhebung und forstliches Umweltmonitoring, Naturwaldzellen- und Wildnisgebiete-Monitoring, Projekt Virtueller Wald



Einsatz moderner IT-Instrumente bei der forstlichen Planung

## Entwicklung eines Waldbaukonzepts für klimaplastische Wälder

### Hintergrund

Angesichts der Auswirkungen des Klimawandels auf die Wälder sind die Stabilität und die Anpassungsfähigkeit der Waldbestände zu erhöhen. Hierfür sind die Waldbaukonzepte weiterzuentwickeln. Waldbau für klimaplastische Wälder zielt meist auf naturnähere sowie arten- und strukturreichere Mischbestände ab, kann aber z. B. auch die Intensivierung der Bewirtschaftung wie eine Verkürzung der Produktionszeit beinhalten. Bestandestypen und Baumarten sind bezüglich ihrer Standorteignung und ihrer verschiedenen Leistungen für die Waldbesitzer neu zu bewerten.

### Ziele und Maßnahmen

- Entwicklung eines Waldbaukonzeptes für klimaplastische Wälder in NRW (auf der Grundlage von standortbezogenen Waldentwicklungstypen sowie für verschiedene Szenarien des Klimawandels und für unterschiedliche betriebliche Schwerpunkte, Entscheidungsunterstützungssystem)
- Erweiterung der Eignungs- und Risikokarten für Baumarten im Klimawandel (gesamt NRW)
- Sicherstellung der Versorgung mit geeignetem Saat- und Pflanzgut (heimische und geeignete gebietsfremde Baumarten, Ausweitung von Herkunftsversuchen)
- Ausbau von waldbaulichen Versuchs- und Demonstrationsflächen sowie der Forschung (Netz standardisierter Anbauversuche und Demonstrationsfläche repräsentativ über gesamt NRW (Klima-Zukunftswald NRW))

### Umsetzung

Landesforstverwaltung in Zusammenarbeit mit privatem und kommunalem Waldbesitz sowie mit Forschungseinrichtungen

### Ansätze

Waldbaukonzepte für einzelne Baumarten und Regionen, forstliche Bodenkarten, digitale forstliche Standortklassifikation, Saatgut-Richtlinie, Forstschutzkonzept, Anbauversuche, Naturwaldzellen-Monitoring





## Ausweitung des Waldschutzmonitorings und -managements im Klimawandel

### Hintergrund

Durch veränderte klimatische Bedingungen (wärmere Temperaturen, höhere Luftfeuchte) und durch Schadereignisse (z. B. Windbruch/-wurf) treten biotische Schaderreger (Insekten, Pilze, Mikroorganismen) verstärkt auf. Hinzu kommt ein größeres Aufkommen von bisher weniger bedeutenden oder von in NRW bisher nicht vorhandenen Schaderregern. Dies macht die Ausweitung des Waldschutzmonitorings und -managements erforderlich.

### Ziele und Maßnahmen

- Ausbau und Weiterentwicklung des Waldschutzmonitorings (Beobachtungs- und Meldernetz, Einsatz spezieller Methoden der Fernerkundung, Integration in klimadynamisches Waldinformationssystem, Frühwarnsystem)
- Weiterentwicklung und Ausbau des Waldschutzmanagements (vorbeugende Maßnahmen im Rahmen des Waldmanagements, geeignete und umweltverträgliche Bekämpfungsmethoden)

### Umsetzung

Landesforstverwaltung in Zusammenarbeit mit privatem und kommunalem Waldbesitz sowie mit Forschungseinrichtungen

### Ansätze

Studie Waldschutz im Klimawandel, Waldschutzmonitoring der Regionalforstämter des LB WH, Waldschutz-Warnhinweise des LB WH

## Weiterentwicklung des forstlichen Krisenmanagements im Klimawandel

### Hintergrund

Im Rahmen des Klimawandels steigt das Risiko von Witterungsextremereignissen, wie das Auftreten von Stürmen mit der Gefahr von auch großflächigen Windwürfen. In Kombination mit nicht standortangepasster Bestockung (Baumartenwahl, Bestandesstruktur) und erhöhtem Risiko von Insektenkalamitäten können vermehrt forstliche Katastrophensituationen eintreten. Ein verbessertes forstliches Krisenmanagement ist erforderlich.

### Ziele und Maßnahmen

- Weiterentwicklung von Konzepten und Instrumenten zur Risikobewertung, Risikominimierung und Schadensbewältigung (Prognosemodelle zur Sturmanfälligkeit von Waldstandorten und -beständen, Empfehlungen zur Anpassung von Waldbeständen, Optimierung von Infrastruktur und Logistik zur Schadensbewältigung wie Verteilung von Holzlagerplätzen)
- Erstellung von Leitlinien mit verbindlichen Abläufen zum forstlichen Krisenmanagement und Einrichtung eines zentralen Informationsangebots im Krisenfall (Integration in klimadynamisches Waldinformationssystem)
- Vorbereitung und Vorhalten einer geeigneten Infrastruktur zur Sturmschadensbewältigung (Wegenetz, Rettungspunkte, Holzlagerplätze, Bahnanschlüsse)

### Umsetzung

Landesforstverwaltung in Zusammenarbeit mit Verwaltungseinrichtungen im Bereich der Gefahrenabwehr (Innenministerium, Bezirksregierungen, Landkreise, Katastrophenhilfsdienste) sowie mit privatem und kommunalem Waldbesitz

### Ansätze

Handlungsempfehlungen zur Sturmschadensbewältigung, IT-Systeme zur Waldwegenavigation, Projekt Virtueller Wald (Modellierung Sturmrisiko)



Auswirkungen des Orkans Kyrill im Jahr 2007 auf Waldbestände

## Anpassung von Wildmanagement und Jagd in Wäldern im Klimawandel

### Hintergrund

Durch zukünftig mildere Winter und ein zunehmendes Futterangebot durch die Fruchtbildung von Bäumen können Schalenwildbestände anwachsen. Zu hohe Wilddichten im Wald beeinträchtigen die Waldverjüngung maßgeblich (Verbiss, Fegen, Schälen), insbesondere bei der Verjüngung von Laubholzarten. Neben einer geeigneten Populationsregulierung kommt auch der Minimierung von Störungen des Wildes Bedeutung zu. Zur Unterstützung des Waldumbaus hin zu klimaplastischen Wäldern ist eine Anpassung des Wildmanagements und der Jagd in Wäldern erforderlich.

### Ziele und Maßnahmen

- Anpassung des Jagdgesetzes und der Steuerungsinstrumente (Anforderung im Jagdgesetz zur Sicherstellung einer geeigneten Waldverjüngung, Bewertungsverfahren für Wildschäden im Wald, Verfahren zur Feststellung von Populationsgrößen, Erprobung neuer Beratungs- und Vereinbarungsformen)
- Untersuchungen zu Auswirkungen des Klimawandels auf Wildtiere und zum Anpassungsbedarf beim Wildmanagement und bei der Jagd (Veränderung von Lebensräumen, Anpassung von Jagdstrategien, Ausdehnung von Neozoen)

### Umsetzung

Umwelt-/Jagdverwaltung in Zusammenarbeit mit privatem, kommunalem und staatlichem Waldbesitz, Jagdverbänden und Forschungseinrichtungen

### Ansätze

Novellierung Jagdgesetz, Untersuchungen der Forschungsstelle für Jagdkunde und Wildschadensverhütung, Wildtiermanagement im Nationalpark Eifel, Wildtiererfassung mit modernen Methoden

## Anpassung von Waldarbeit und Forsttechnik an geänderte Anforderungen im Klimawandel

### Hintergrund

Waldarbeit in zukünftig arten- und strukturreicheren Beständen ist komplexer. Angesichts von wärmeren und feuchteren Wintern ist die Bodenverdichtung durch Forstmaschinen zu vermeiden. Bei Holzernte in Hanglagen ist der Erosionsschutz zu verbessern. Aufgrund einer verkürzten Zeit im Jahr mit geeigneten Arbeitsbedingungen für die mechanisierte Holzernte (weniger Frosttage, mehr Starkregen) ist die Arbeitsorganisation zu flexibilisieren. Veränderte Arbeitsverfahren, belastendere Arbeitsbedingungen (z. B. hohe Temperaturen), Einsatz in Sturmwurfflächen und neue Krankheitserreger stellen Anforderungen an den Arbeits- und Gesundheitsschutz.

### Ziele und Maßnahmen

- Weiterentwicklung waldarbeits- und forsttechnischer Verfahren (bodenschonende mechanisierte Holzernte in arten- und strukturreichen Mischbeständen, Optimierung des Großmaschineneinsatzes bei der Holzernte, Weiterentwicklung von Pflanzverfahren und von Verfahren zur Jungbestandspflege)
- Flexibilisierung von Arbeitseinsätzen und langfristige Bindung qualifizierter Arbeitskräfte (Einsatz forstlicher Dienstleistungsunternehmen im Jahresverlauf, langfristig ausreichende Anzahl von Waldarbeitern/-innen und qualifizierter forstlicher Dienstleistungsunternehmen)
- Weitergehende Qualifizierung und Gesunderhaltung von Waldarbeitern/-innen sowie Qualifizierungsangebote für Waldbesitzende (Aus- und Weiterbildungsgebote für Waldarbeitern/-innen, Anpassung persönlicher Schutzausrüstungen, Anpassung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes, Schulungsangebote für Privatwaldeigentümer/-innen)

### Umsetzung

Landesforstverwaltung in Zusammenarbeit mit privatem und kommunalem Waldbesitz, forstlichen Dienstleistungsunternehmen, Forschungseinrichtungen, Einrichtungen des Arbeitsschutzes und mit Unfallversicherungsträgern

### Ansätze

Verfahren, Qualifizierungsangebote und Projekte des Forstlichen Bildungszentrums NRW, Projekt Virtueller Wald

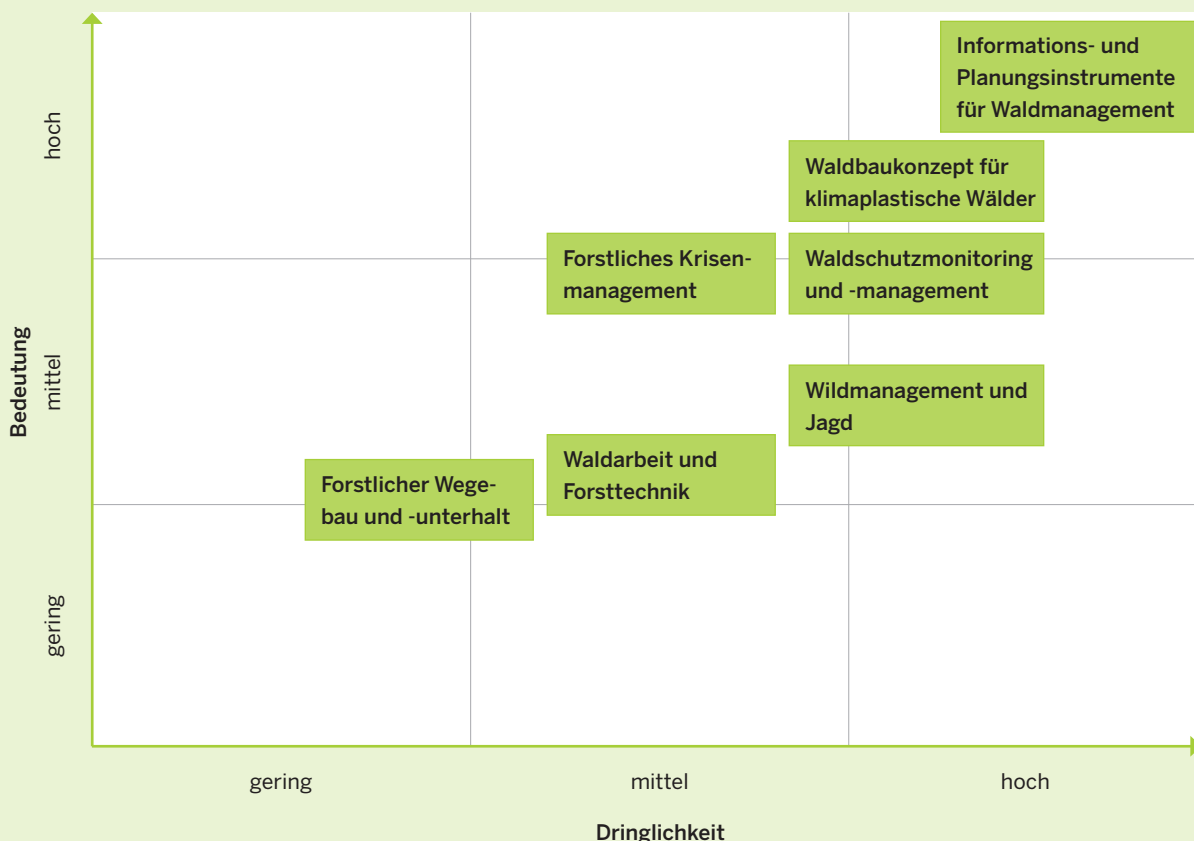


Bodenschonende Holzernteverfahren auch unter veränderten Witterungsbedingungen, neue Erfordernisse beim Arbeits- und Gesundheitsschutz

## Sicherung des forstlichen Wegebaus und -unterhalts für Waldmanagement im Klimawandel

<b>Hintergrund</b>	Für eine gute Zugänglichkeit der Waldbestände, z. B. im Zusammenhang mit Maßnahmen des Forstschutzes und des Katastrophenmanagements, ist ein ausreichend entwickeltes und gut unterhaltenes forstliches Wegenetz bedeutend. Angesichts zukünftig häufigerer Starkregenfälle und Trockenphasen ist der forstliche Wegebau anzupassen, um die Wasserableitung zu gewährleisten, Bodenerosion zu vermeiden und die Wasserzuführung in die Waldfläche sicherzustellen. Auswirkungen auf den Geländewasserhaushalt und die Trinkwassergewinnung sind zu berücksichtigen.
<b>Ziele und Maßnahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Erhalt und Optimierung des forstlichen Wegenetzes (Konzepte für optimale Walderschließung, Planungs- und Genehmigungsverfahren, Monitoring des Zustandes, Verknüpfung mit IT-Systemen zur Waldnavigation und Routenoptimierung)</li> <li>■ Weiterentwicklung von Konzepten, Verfahren und baulichen Maßnahmen zur Wasserableitung von Waldstraßen und in die Waldfläche (Gesichtspunkte Erhalt der Funktionsfähigkeit, Erosionsschutz und Beitrag zum Geländewasserhaushalt sowie Schulungsangebote)</li> </ul>
<b>Umsetzung</b>	Landesforstverwaltung in Zusammenarbeit mit privatem und kommunalem Waldbesitz, forstlichen Dienstleistungsunternehmen, Straßenbaubehörden, der Wasserwirtschaft sowie mit Forschungseinrichtungen
<b>Ansätze</b>	Leitlinien forstlicher Wegebau NRW sowie Verfahren, Qualifizierungsangebote und Projekte des Forstlichen Bildungszentrums NRW

## Priorität der Handlungsfelder im Bereich Wald und Waldmanagement



# Klimaanpassung im Bereich Biodiversität im Wald und Waldnaturschutz

## Weiterentwicklung der Schutzgebietskonzepte für Waldnaturschutz im Klimawandel

### Hintergrund

Die klimatischen Veränderungen können zu Verschiebungen der Vorkommen und Häufigkeiten von Tier- und Pflanzenarten führen. Die Veränderungen der Waldökosysteme beeinflusst das Habitatvorkommen. Seltene und sensible Sonderstandorte können zusätzlich gefährdet sein. Häufigere und großflächigere Störungsereignisse können zu einem dynamischen Habitatwechsel führen. Vor diesem Hintergrund sind die Schutzgebietskonzepte für Waldnaturschutz, z. B. bezüglich dynamischerer Zielsetzungen, Flächengrößen und Vernetzung, weiterzuentwickeln.

### Ziele und Maßnahmen

- Weiterentwicklung der Schutzgebietskonzepte für Waldnaturschutz (stärkere Einbeziehung von Monitoring, Studien und Prognosen, Entwicklung klimadynamischer Schutzgebietskonzepte)
- Anpassung von Pflegekonzepten und -instrumenten zur Entwicklung und Stabilisierung von Schutzgebieten im Wald (Maßnahmen zur Habitatgestaltung, zu Pufferzonen und Vernetzung, Überprüfung und ggf. naturschutzfachlich geeignete Anpassung von Schutzziele und Gebietskulissen)
- Ausbau von Monitoring und Studien zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität der Wälder (systematische Untersuchungen mit einheitlichen Methoden, stärkere Zusammenführung von Datengrundlagen und Informationsquellen, verstärkt auch faunistische Untersuchungen)

### Umsetzung

Naturschutzverwaltung in Zusammenarbeit mit Landesforstverwaltung, Naturschutzeinrichtungen, kommunalem und privatem Waldbesitz sowie Forschungseinrichtungen

### Ansätze

Monitoring von Naturwaldzellen, Untersuchungen in Wildnisentwicklungsgebieten im Wald, forstliches Umweltmonitoring, Studie der Universität Münster zu Auswirkungen des Klimawandels auf Biodiversität



Berücksichtigung klimabedingter Habitatveränderungen bei Schutzgebietskonzepten

## Anpassung naturschutzfachlicher Anforderungen an die Waldbewirtschaftung im Klimawandel

### Hintergrund

Neben Waldnaturschutz in Schutzgebieten sind auch naturschutzfachliche Anforderungen an die Waldbewirtschaftung bedeutend für den Erhalt der Biodiversität. Aufgrund der Veränderungen der Waldökosysteme als Auswirkungen des Klimawandels und als Folge von Anpassungsmaßnahmen beim Waldmanagement bedürfen auch die naturschutzfachlichen Anforderungen an die Waldbewirtschaftung der Weiterentwicklung. Dies betrifft insbesondere freiwillige Naturschutzleistungen der Waldeigentümer/-innen, wie im Rahmen von Zertifizierungsstandards, von betriebseigenen Standards und von Vertragsnaturschutz.

### Ziele und Maßnahmen

- Weiterentwicklung von Konzepten und Instrumenten für freiwilligen Waldnaturschutz im Rahmen der Waldbewirtschaftung (z. B. Standards mit Vorgaben wie zur Baumartenwahl, zu Holzeinschlagsverfahren und zu Totholzanteilen)
- Förderung einer verstärkten Einbindung naturschutzfachlicher Zielsetzungen in die Waldbewirtschaftung (Integration in Informations- und Entscheidungsunterstützungssysteme für ein modernes und klimadynamisches Waldmanagement, Beratung und Unterstützung von privaten Waldbesitzenden, Vorbildfunktion des öffentlichen Waldes, neue Ansätze wie TEEB\*)

### Umsetzung

Landesforstverwaltung in Zusammenarbeit mit Naturschutzverwaltung, kommunalem und privatem Waldbesitz sowie Forschungseinrichtungen

### Ansätze

Zertifizierungsstandards für Waldbewirtschaftung, Bewirtschaftungsstandards für den Landeswald und zahlreiche kommunale Wälder, Studie der Universität Münster zu Auswirkungen des Klimawandels auf Biodiversität

\*Ökonomie von Ökosystemen und Biodiversität (The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB)



## Verbesserung der Naturnähe von Waldgewässern und Geländewasserhaushalt im Klimawandel

<b>Hintergrund</b>	Durch zukünftig vermehrt auftretende Starkregenfälle und ausgeprägten Wechsel von Perioden mit großen Niederschlagsmengen und Trockenperioden verändern sich der Oberflächenabfluss in Waldbeständen und der Geländewasserhaushalt. Damit steigen die Anforderungen, ausreichende Niederschlagsmengen in den Waldbeständen zu halten, Erosion von Waldböden und von Waldstraßen zu minimieren sowie den Beitrag zum Geländewasserhaushalt und die Trinkwassergewinnung aufrecht zu erhalten. Daher sind die Steuerung von Oberflächenabflüssen, die Rolle von Waldgewässern und die Auswirkungen auf den Geländewasserhaushalt beim Waldmanagement stärker zu berücksichtigen und entsprechende Konzepte und Instrumente weiterzuentwickeln.
<b>Ziele und Maßnahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Weiterentwicklung von Konzepten und Instrumenten zum Wassermanagement bei der Waldbewirtschaftung (Wasserrückhalt und -zuleitung in Waldbeständen, Durchlassbauten im forstlichen Wegenetz, Durchgängigkeit von Waldgewässern, übergeordnete Planungsansätze auf Wald-/Forstbetriebsebene, Einbindung moderner Analyse-, Modellierungs- und Prognoseinstrumente)</li> <li>■ Erhöhung der Naturnähe von Waldgewässern (Durchgängigkeit von Waldgewässern, Wasserspeicher- und -ableitkapazitäten)</li> </ul>
<b>Umsetzung</b>	Umweltverwaltung in Zusammenarbeit mit Landesforstverwaltung, kommunalem und privatem Waldbesitz, Straßenbaubehörden, der Wasserwirtschaft sowie mit Forschungseinrichtungen
<b>Ansätze</b>	Leitlinien forstlicher Wegebau NRW sowie Verfahren, Qualifizierungsangebote und Projekte des Forstlichen Bildungszentrums NRW, forstliches Umweltmonitoring, forstliche Bodenkarten, digitale forstliche Standortklassifikation, Projekt Virtueller Wald

## Priorität der Handlungsfelder im Bereich Biodiversität im Wald und Waldnaturschutz



## Klimaanpassung im Bereich Cluster Forst- und Holzwirtschaft

### Unterstützung des Privat- und Kommunalwaldes bei der Anpassung der Wälder und der Waldbewirtschaftung an den Klimawandel

#### Hintergrund

Aufgrund des hohen Flächenanteils des Privat- und Kommunalwaldes in NRW haben diese Waldeigentümer/-innen eine besondere Bedeutung bei der Anpassung der Wälder und der Waldbewirtschaftung an den Klimawandel. Das Risiko von Schäden an den Waldbeständen vor der planmäßigen Holznutzung steigt. Die Waldbewirtschaftung ist mit vielen Unsicherheiten wie insbesondere Fragen der Baumarteneignung und der Bestandessicherheit verbunden. Das Waldmanagement wird komplexer und aufwendiger, was die Wirtschaftlichkeit der Forstbetriebe beeinträchtigen und die Motivation der Waldbewirtschaftung im Kleinprivatwald einschränken kann. Die Unterstützung des Privat- und Kommunalwaldes, insbesondere des Kleinprivatwaldes, kann Informations-, Beratungs- und Qualifizierungsangebote, Dienstleistungen und finanzielle Maßnahmen beinhalten.

#### Ziele und Maßnahmen

- Weiterentwicklung und Ausbau moderner Informations-, Beratungs- und Serviceangebote für den Privat- und Kommunalwald (Einsatz moderner, IT-gestützter Informations- und Entscheidungsunterstützungssysteme, Informationsvermittlung und Unterstützung durch qualifiziertes Forstfachpersonal, Schwerpunkt Zusammenschlüsse und Kooperationen von Kleinprivatwaldbesitzern/-innen)
- Finanzielle Unterstützung von Maßnahmen des Waldumbaus (Fördermaßnahmen insbesondere zu Bestandesbegründung, Forstplanung, Forstschutz und Wegebau, zudem Verfahrensvereinfachung und Entwicklung neuer Vertragsmodelle)
- Qualifizierungsangebote für Waldbesitzende und forstliche Dienstleister (Schulungsangebote zu Waldmanagement im Klimawandel, z. B. zur Nutzung des klimadynamischen Waldinformationssystems)

#### Umsetzung

Landesforstverwaltung in Zusammenarbeit mit privatem und kommunalem Waldbesitz, forstlichen Dienstleistungsunternehmen und Forschungseinrichtungen

#### Ansätze

Informations-, Beratungs- und Betreuungsangebote des LB WH, Pilotprojekte zur direkten Förderung der Holzvermarktung und der Waldbewirtschaftung in forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen, Projekt Virtueller Wald, Förderprogramm Waldbau und Wegebau, Schulungsangebote des Forstlichen Bildungszentrums NRW



## Darstellung der Rohstoffversorgung für die Holzwirtschaft bei veränderter Waldbewirtschaftung im Klimawandel

### Hintergrund

Durch die Auswirkung des Klimawandels auf die Wälder und die Folgen der Anpassungsmaßnahmen bei der Waldbewirtschaftung werden das Holzaufkommen und die Bereitstellung für die Holzwirtschaft beeinflusst. Aufgrund veränderter Abläufe der Holzernte im Jahresverlauf und bei forstlichen Katastrophen kann das Holz zeitlich abweichend und unregelmäßig anfallen. Anpassungen bei der Baumartenwahl mit einem langfristig höheren Laubholzanteil und mit auch neuen Baumarten verändern die aus heimischen Wäldern erzeugten Holzsortimente. Die mengenmäßige Verfügbarkeit bestimmter Holzsortimente und die Rohholzpreise können stärker schwanken. Erforderliche Anpassungen bei der Holzwirtschaft, insbesondere bei der Sägeindustrie, wie verstärkte Nadelholzbeschaffung außerhalb von NRW oder eine veränderte Ausrichtung der Produktion, stellen eine Belastung für die Unternehmen dar. Eine Schwächung der Holzabnehmer in NRW beeinträchtigt wiederum die Absatzmöglichkeiten für die heimische Forstwirtschaft und die Einnahmequellen für die Waldeigentümer/-innen.

### Ziele und Maßnahmen

- Modellierung und Prognose von Waldwachstum und Holzaufkommen bei verschiedenen Waldbaustrategien (verschiedene Szenarien wie Multifunktionalität, Ertrag Forstwirtschaft, Rohstoffversorgung Holzwirtschaft, Klimaschutzleistung und Biodiversität, zudem differenziert nach Nadel- und Laubholz sowie Holzsortimenten)
- Analyse und Prognose von Holzaufkommen und -verwendung (Untersuchung des Holzmarktes und der holzbasierten Produktions- und Wertschöpfungsketten in NRW (stofflich, energetisch, chemisch), Einbeziehung von Warenströmen über NRW hinaus und von Kaskadennutzung, auch Trend- und Potenzialanalysen)
- Darstellung der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Effekte einer veränderten Rohstoffversorgung (Auswirkungen auf den Cluster der Forst- und Holzwirtschaft in NRW, insbesondere Wettbewerbsfähigkeit, Innovation, Wertschöpfung und Beschäftigung)

### Umsetzung

Landesregierung, insbesondere Landesforstverwaltung, in Zusammenarbeit mit Verbänden und Unternehmen der Holzwirtschaft, privatem und kommunalem Waldbesitz sowie Forschungseinrichtungen

### Ansätze

Clusterstudie Forst- und Holzwirtschaft, Clustermanagement Forst- und Holzwirtschaft (landesweit und regional), Landeswaldinventur, Studie Laubholzmarkt, Projekt Virtueller Wald



Forstliche Beratung von Waldeigentümern/-innen und forstliche Dienstleistungen



Mobilisierung von Holzressourcen für die Holzwirtschaft

## Monitoring und Steigerung der Klimaschutzleistungen von Wäldern und durch Holzverwendung

### Hintergrund

Die Klimaschutzleistungen der Wälder (CO<sub>2</sub>-Speicherung in Waldökosystemen inkl. Waldböden, in Waldbeständen bei zuwachsenden Holzvorräten) und durch die Holzverwendung (CO<sub>2</sub>-Speicherung in Holzprodukten und Substitution fossiler Materialien und Energieträger) sind angesichts der Auswirkungen des Klimawandels (z. B. größere Schadereignisse) und bei den Anpassungsmaßnahmen des Waldmanagements zu erhalten und auszubauen. Aufgrund des hohen Anteils von Nadelholz bei der Be- und Verarbeitung sowie bei der Verwendung ist der Erhalt angemessener Nadelholzanteile bei der Waldbewirtschaftung bedeutend. Zugleich besteht Forschungs- und Investitionsbedarf bezüglich neuer marktrelevanter Verarbeitungs- und Verwendungsformen für Laubholz.

### Ziele und Maßnahmen

- Periodische Aktualisierung und Weiterentwicklung der Untersuchung und Darstellung der Klimaschutzleistungen der Wälder und durch Holzverwendung in NRW (Studie mit methodischer Vereinfachung für periodische, standardisierte Wiederholung, auch regionale Auswertungen, Verknüpfung mit Modellierung von Waldwachstum und Holzaufkommen bei verschiedenen Waldbaustrategien)
- Maßnahmen zur Steigerung der Klimaschutzleistungen der Wälder und durch Holzverwendung (gesamter Cluster der Forst- und Holzwirtschaft in NRW, Förderung der Waldbewirtschaftung und der Holzverwendung)

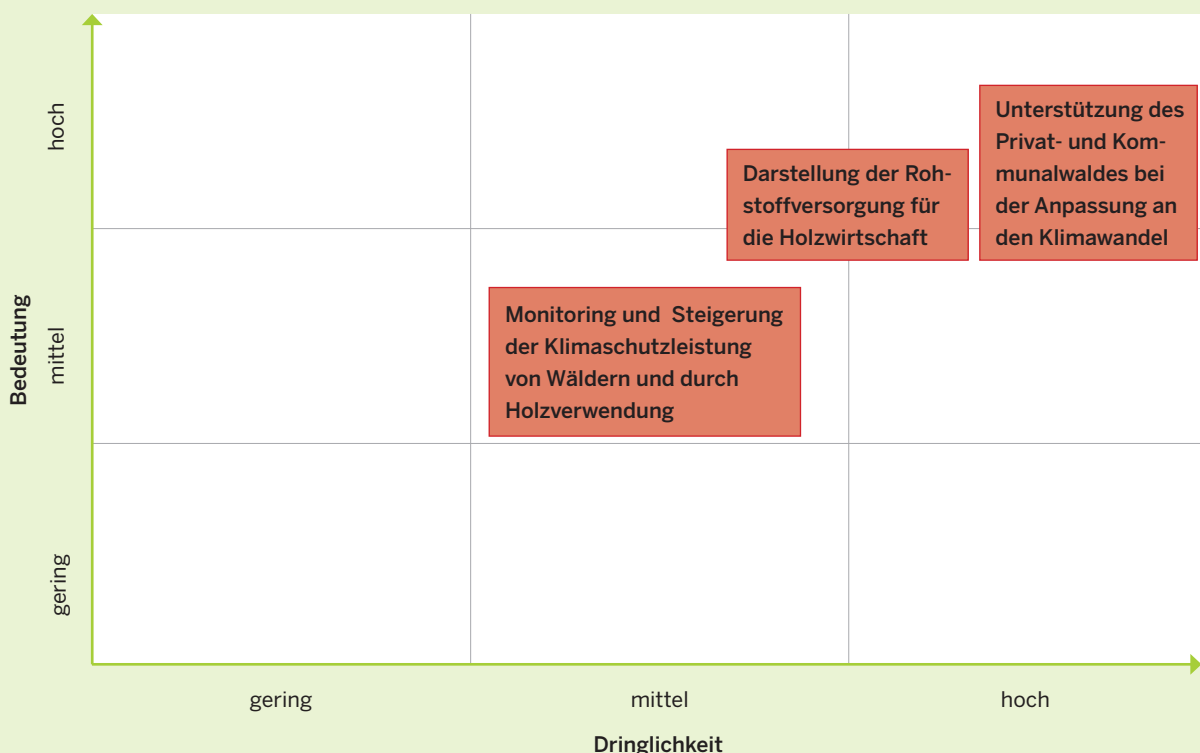
### Umsetzung

Landesforstverwaltung in Zusammenarbeit mit privatem und kommunalem Waldbesitz, Verbänden und Unternehmen der Holzwirtschaft sowie Forschungseinrichtungen

### Ansätze

Studie zur Klimaschutzleistung von Wäldern und Holzverwendung, Landeswaldinventur, Studie Laubholzmarkt, Projekt Virtueller Wald

## Priorität der Handlungsfelder im Bereich Cluster Forst- und Holzwirtschaft



## Klimaanpassung im Bereich Wald und Gesellschaft

### Verbesserung der Informationsgrundlagen zum Klimawandel

#### Hintergrund

Zur Ausprägung und zu den Auswirkungen des Klimawandels in NRW liegen auf der Basis aktueller Methoden und Daten bereits umfassende Analysen und Prognosen vor. Allerdings weisen die Modelle, Daten und Auswertungen bezüglich der Möglichkeit regionen- und sektorspezifischer Aussagen sowie der Prognosefähigkeit derzeit noch Einschränkungen auf. Dies trifft auch für den Wald und die Forstwirtschaft zu. Entsprechend sind die Methoden und Instrumente im bundesweiten und internationalen Kontext weiterzuentwickeln und auszubauen.

#### Ziele und Maßnahmen

- Weiterentwicklung von Modellen, Datengrundlagen und Auswertmöglichkeiten für regionen- und sektorspezifische Aussagen sowie für Prognosen (Schwerpunkt regionenspezifische Aussagen für Wälder und die Forstwirtschaft, bundesweite und internationale Modellansätze)
- Einbeziehung wald- und umweltspezifischer Datengrundlagen, von Modellen und Auswertmöglichkeiten (z. B. forstliches Umweltmonitoring)
- Einbeziehung historischer Waldinformationen (historische Waldgesellschaften, Artenvorkommen aus wärmeren Epochen)

#### Umsetzung

Umweltverwaltung in Zusammenarbeit mit Landesforstverwaltung, privatem und kommunalem Waldbesitz sowie Forschungseinrichtungen

#### Ansätze

Analysen und Prognosen des LANUV auf der Basis von IPCC-Modellen und Daten des Deutschen Wetterdienstes, bodenkundliche Daten und Modellierungen, digitale forstliche Standortklassifikation, Umweltmonitoring im Wald, Monitoring von Naturwaldzellen, Projekt Virtueller Wald



Waldökologische Langzeituntersuchungen mit Erkenntnissen auch zu den Auswirkungen des Klimawandels

## Ausbau von Forschung und Wissensmanagement im Bereich Wälder und Waldmanagement im Klimawandel

### Hintergrund

In der Forstwissenschaft und in verwandten Forschungsfeldern hat das Thema der Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald und auf die Waldbewirtschaftung noch nicht den Stellenwert, den es aufgrund der erheblichen langfristigen Folgen haben sollte. Die Forschungsaktivitäten mit Bezug zum Klimawandel im Wald sind sowohl im naturwissenschaftlichen Bereich als auch im Bereich des Managements auszubauen und stärker zu vernetzen. Das vorhandene Wissen zu diesem Themenfeld ist anderen Fachleuten im Forschungs- und Politikbereich Klimawandel sowie Entscheidungsträgern/-innen, Interessenvertreter/-innen, Praktikern/-innen und den verschiedenen Betroffenengruppen nicht ausreichend bekannt oder zugänglich. Daher ist der Wissenstransfer in diesen Bereichen zu erweitern.

### Ziele und Maßnahmen

- Erstellung eines Forschungsplans für Wälder und Waldmanagement in NRW mit Schwerpunkten im Bereich Klimawandel (fortzuschreibendes Programm mit mittelfristig prioritären Forschungs- und Monitoringaufgaben, Studien, Projekten und Finanzierungsmöglichkeiten, Einrichtungen und Kooperationen sowie Ergebnistransfer)
- Verstärkte Vernetzung zwischen forstlichen Forschungseinrichtungen (Aufbau einer Forschungs- und Innovationsplattform Wald und Holz NRW, systematische Kooperation von NRW mit anderen Bundesländern, dem Bund und auf internationaler Ebene)
- Ausbau von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich Klimawandel im Wald (Ausbau bestehender und Initiierung zusätzlicher FuE-Projekte im Rahmen des Forschungsplans, stärkere Nutzung von Forschungsförderung des Bundes und der EU, verstärkte Beteiligung an bundesweiten und internationalen Forschungs- und Projektkonsortien)
- Verstärkter Wissenstransfer zwischen Forschung und Praxis (systematischer Wissenstransfer zwischen Forschung und Entscheidungsträgern/-innen und Praktikern/-innen)

### Umsetzung

Landesforstverwaltung in Zusammenarbeit mit Umwelt- und Wissenschaftsverwaltung, Forschungseinrichtungen, anderen Bundesländern, dem Bund, EU und weiteren internationalen Einrichtungen sowie privatem und kommunalem Waldbesitz

### Ansätze

Verschiedene Forschungs- und Kooperationsprojekte im Bereich Wald und Waldbewirtschaftung (u. a. Waldinformationssysteme, Waldökologie und Waldzustand, Waldnaturschutz, Waldbau, Forstschutz, Waldarbeit und Forsttechnik sowie forstliche Umweltbildung), forstliches Umweltmonitoring, Monitoring von Naturwaldzellen, Untersuchungen in Wildnisentwicklungsgebieten im Wald, Internationales Institut für Wald und Holz NRW an der Universität Münster



Innovative Forschungsansätze wie die Simulation von Waldentwicklung in verschiedenen Szenarien der Bewirtschaftung und des Klimawandels

## Anpassung des waldbezogenen Arbeits- und Gesundheitsschutzes im Klimawandel

### Hintergrund

Waldarbeit ist im Zusammenhang mit forstlichen Schadereignissen und Katastrophen (Windwürfe) mit einem erhöhten Unfallrisiko verbunden. Durch mehr Totholz im Wald steigt das Unfallrisiko für Waldbesucher/-innen. Ein Temperaturanstieg kann zu verstärktem Auftreten von Krankheitserregern bzw. Überträgern von Krankheiten (z. B. Stechmücken, Zecken), auch von in NRW neu auftretenden Krankheiten, führen. Die Maßnahmen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes bei der Waldarbeit sind entsprechend anzupassen. Weitere Waldnutzergruppen wie Jäger/-innen, Sportler/-innen und Erholungssuchende sind über neue Gesundheitsrisiken im Wald zu informieren.

### Ziele und Maßnahmen

- Weiterentwicklung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes bei der Waldarbeit (mechanisierte Holzernte bei forstlichen Schadereignissen und Katastrophen, Aus- und Weiterbildungsangebote für Waldarbeiter/-innen, Qualifizierungsstandards für forstliche Dienstleistungsunternehmen, Informations- und Schulungsangebote für Waldeigentümer/-innen und Brennholz-Selbsterwerber)
- Zusammenarbeit mit Gesundheitsbehörden bezüglich neuer Krankheitsbilder (Informationsangebote und Schulungen)

### Umsetzung

Landesforstverwaltung in Zusammenarbeit mit Unfallversicherungsträgern, Gesundheitsbehörden, privatem und kommunalem Waldbesitz sowie Forschungseinrichtungen

### Ansätze

Verfahren, Qualifizierungsangebote und Projekte des Forstlichen Bildungszentrums NRW, Handlungsempfehlungen zur Sturmschadensbewältigung, Studie Waldschutz im Klimawandel, Masterplan Umwelt und Gesundheit NRW

## Berufliche Qualifizierung und Sicherung von Personalkapazitäten für Waldmanagement im Klimawandel

### Hintergrund

Mit den wachsenden Anforderungen an das Waldmanagement im Klimawandel steigt auch der Bedarf an hohen beruflichen Qualifikationen auf allen Ebenen. Entsprechende Aus- und Weiterbildungsangebote müssen aufrechterhalten und ausgebaut sowie die Berufsbilder laufend weiterentwickelt werden. Insbesondere bezüglich der Nutzung moderner Informationstechnologien beim Waldmanagement besteht besonderer Schulungsbedarf. Aufgrund der für die Anpassung an den Klimawandel wichtigen und im Umfang wachsenden Aufgaben beim Waldmanagement ist auch der Erhalt ausreichender personeller Ressourcen bedeutsam.

### Ziele und Maßnahmen

- Erhalt, Ausbau und Weiterentwicklung beruflicher Qualifizierungsangebote im Bereich Wald und Waldmanagement (Aus- und Weiterbildungsangebote, alle Ebenen wie Führungskräfte, Experten/-innen und Praktiker/-innen in den Bereichen Forstwirtschaft, Waldnaturschutz und waldbezogene Umweltbildung etc. sowie Waldarbeiter/-innen, moderne Schulungsmethoden wie Simulatoren in der Ausbildung an Forstmaschinen)
- Unterstützung und Bewerbung der beruflichen Aus- und Weiterbildungsangebote im Bereich Wald, Forst- und Holzwirtschaft (Informationsangebote und -kampagnen zur Nachwuchskräftegewinnung unter Hochschul- und Schulabsolventen/-innen, Aufbau einer Bildungsplattform Wald und Holz NRW)
- Sicherung ausreichender Personalressourcen in der Forstverwaltung und in Forstbetrieben sowie in forstlichen Bildungs- und Forschungseinrichtungen (Stellensicherung und Gewinnung von Nachwuchskräften, stärkere Zusammenarbeit mit Hochschulen mit forstlichen Studien- und Forschungsangeboten)

### Umsetzung

Landesforstverwaltung in Zusammenarbeit mit Umwelt-, Hochschul- und Schulverwaltung, Hochschulen, Einrichtungen der Berufsbildung und Schulen, anderen Bundesländern und dem Bund, privatem und kommunalem Waldbesitz, Verbänden und Unternehmen der Forst- und Holzwirtschaft sowie Naturschutzverbänden

### Ansätze

Informations- und Schulungsangebote der Landesforst- und Umweltverwaltung (LB WH mit Forstlichem Bildungszentrum NRW, Natur- und Umweltschutzakademie NRW), Projekt des Bundesinstituts für Berufsbildung zu Berufen der Forst- und Holzwirtschaft, Bildungsplattform Holz Rheinland



Attraktive Berufsbilder und eine moderne Ausbildung in der Forstwirtschaft

## Verstärkte Kommunikation des Klimawandels im Wald im Rahmen der waldbezogenen Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit

### Hintergrund

Während das Thema Klimawandel in der medialen Darstellung und in der öffentlichen Wahrnehmung grundsätzlich vertreten ist, insbesondere bezüglich seiner globalen Auswirkungen und bezüglich extremer Wetterereignisse, trifft dies auf die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald nur bedingt zu. Insbesondere die langfristigen forstlichen Planungs- und Entwicklungszeiträume erschweren die Kommunikation erforderlicher Anpassungsmaßnahmen. Eine verstärkte Kommunikation der Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald und des Bedarfs von Anpassungsmaßnahmen ist erforderlich. Dies beinhaltet auch die Weiterentwicklung der Inhalte der waldbezogenen Umweltbildung und der forstlichen Öffentlichkeitsarbeit.

### Ziele und Maßnahmen

- Erweiterte Aufbereitung und Vermittlung des Themenbereichs Klimawandel im Wald und Anpassungsmaßnahmen für die waldbezogene Umwelt- und Nachhaltigkeitsbildung (Weiterentwicklung von Inhalten, moderne Vermittlungsformen, Angebote für allgemeine Bildungsträger wie insbesondere Schulen, Informations- und Schulungsangebote für Pädagogen/-innen)
- Erweiterte Aufbereitung und Vermittlung des Themas Klimawandel im Wald und verstärkte Öffentlichkeitsarbeit zum Themenbereich Klimawandel im Wald und Anpassungsmaßnahmen (Weiterentwicklung von Inhalten, Informationsangebote und -kampagnen, neue Kommunikationsformen und Kooperationen)

### Umsetzung

Landesforstverwaltung in Zusammenarbeit mit Umwelt- und Schulverwaltung, Bildungsträgern der Umwelt- und Nachhaltigkeitsbildung, Schulen, privatem und kommunalem Waldbesitz, Verbänden der Forst- und Holzwirtschaft

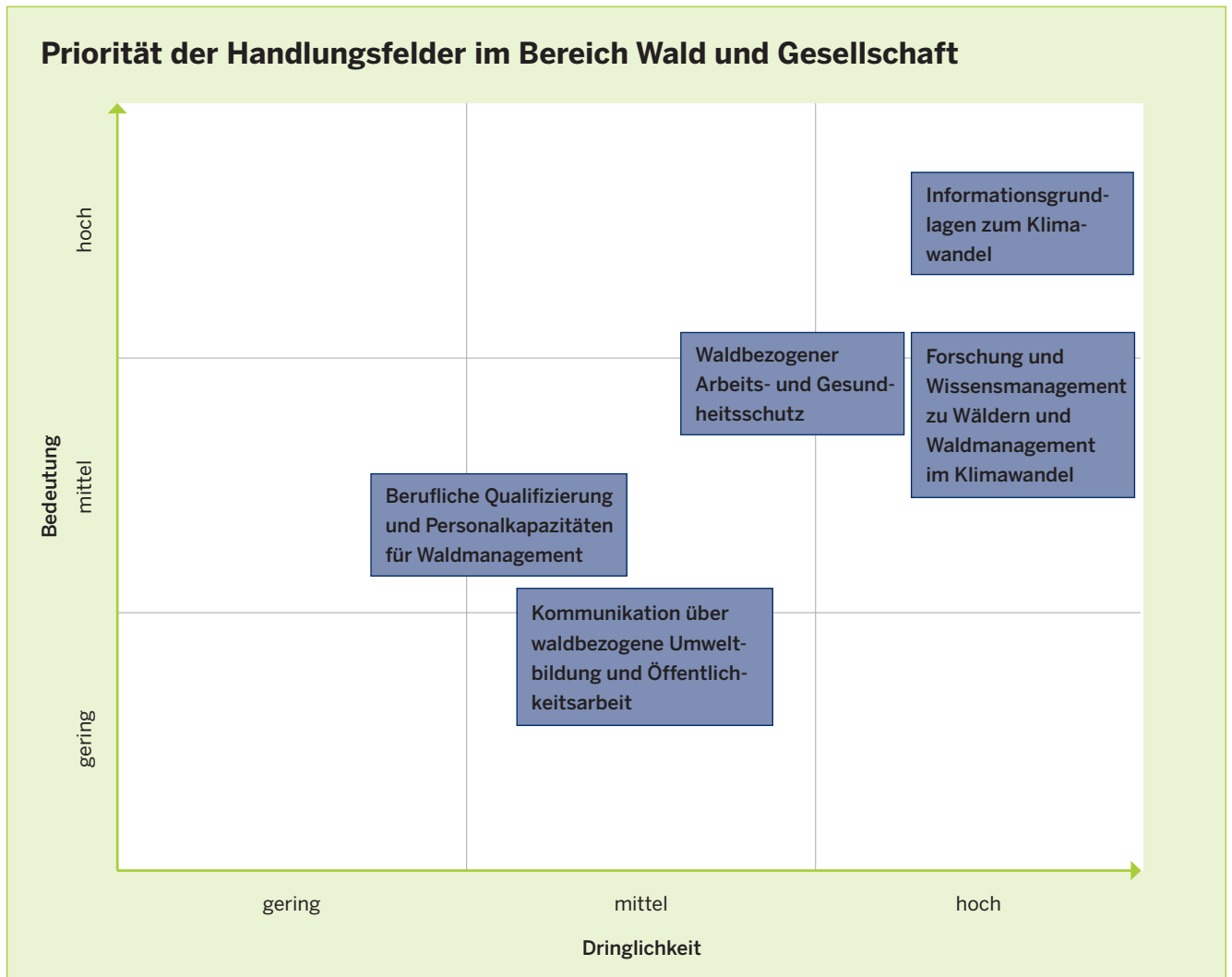
### Ansätze

Waldbezogene Umweltbildungs- und Nachhaltigkeitsbildungsangebote (LB WH, Natur- und Umweltschutzakademie NRW, Agentur Bildung für nachhaltige Entwicklung), Umweltinformationssysteme und -berichterstattung (Umweltportal NRW, NRW Umweltdaten vor Ort), Öffentlichkeitsarbeit zum Wald und zu nachhaltiger Waldbewirtschaftung (LB WH)



Aufgreifen des Themas Wald im Klimawandel in den vielfältigen waldpädagogischen Angeboten

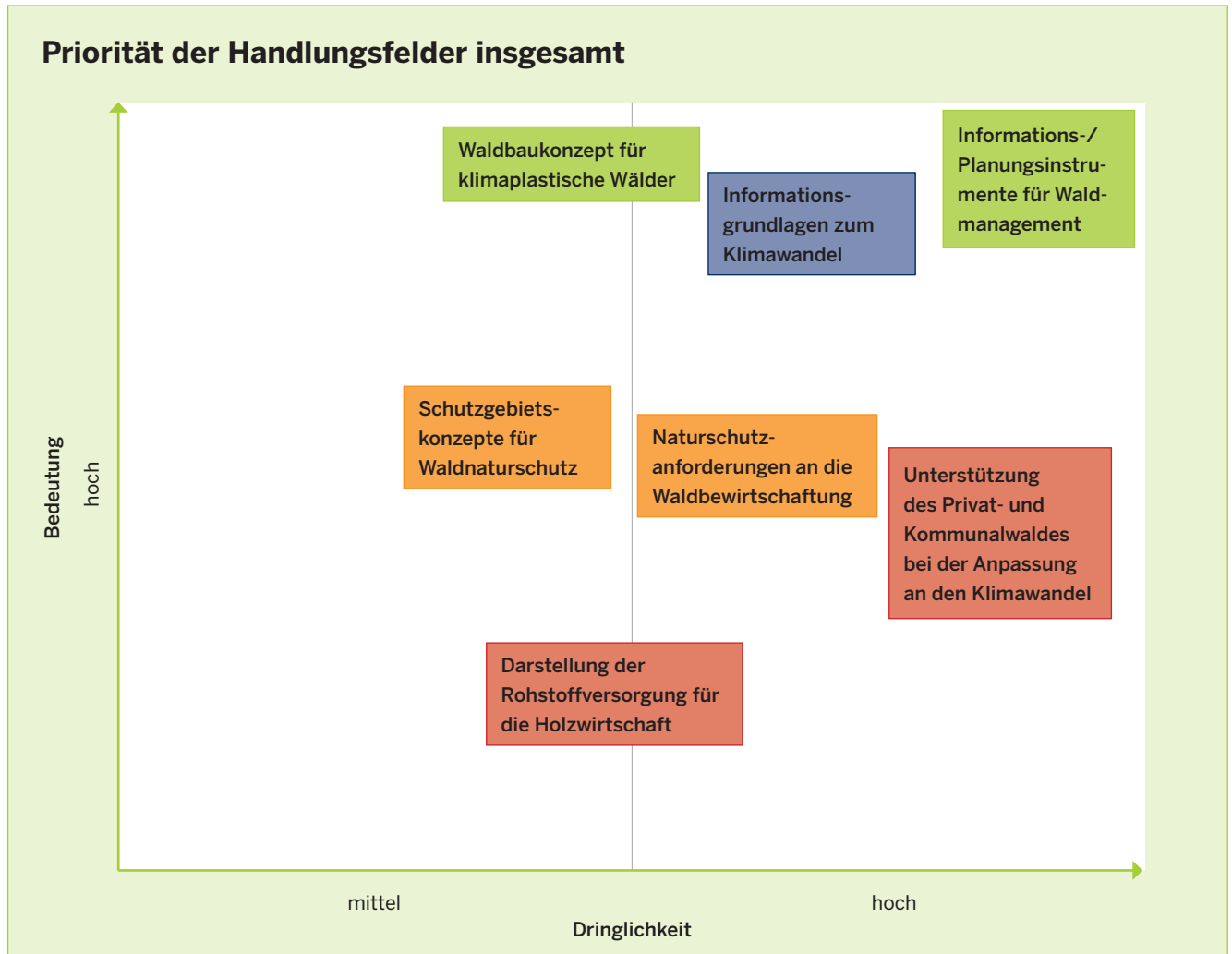




## Prioritäre Klimaanpassungsmaßnahmen

Aus den vier Themenbereichen „Wald und Waldbewirtschaftung“, „Biodiversität im Wald und Waldnaturschutz“, „Cluster Forst- und Holzwirtschaft“ sowie „Wald und

Gesellschaft“ sind sieben der insgesamt 18 Handlungsfelder besonders bedeutend und bezüglich ihrer Umsetzung dringend.



Das Handlungsfeld „Weiterentwicklung und Integration von Informations- und Planungsinstrumenten für Waldmanagement im Klimawandel“ ist besonders wichtig und kurzfristig dringlich, da die meisten Anpassungsmaßnahmen mehr Informationen und verbesserte Instrumente benötigen. Der Integration und Erweiterung sowie dem zentralen und modernen Angebot der für den Wald und das Waldmanagement relevanten Informationsquellen kommt eine grundlegende Bedeutung zu. Hierbei spielen die Entwicklung und Einrichtung eines klimadynamischen Waldinformationssystems eine besondere Rolle.

Aufgrund der zentralen Bedeutung der Baumarten und der Waldgesellschaften bzw. Bestandestypen ist auch das Handlungsfeld „Entwicklung eines Waldbaukonzepts für klimaplastische Wälder“ besonders wichtig, angesichts der langen Planungszeiträume allerdings eher kurz- bis mittelfristig dringend.

Die Rahmenbedingungen für die Anpassungsmaßnahmen sind maßgeblich durch den Wissensstand bestimmt. In Bezug auf verbesserte Prognosen und regionenspezifische Aussagen hat auch das Handlungsfeld „Verbesserung der Informationsgrundlagen zum Klimawandel“ eine sehr hohe Priorität.

Das Handlungsfeld „Weiterentwicklung der Schutzgebietskonzepte für Waldnaturschutz im Klimawandel“ ist sehr bedeutend, um die Schutzziele zum Erhalt von Biodiversität langfristig sicherzustellen. Entsprechende Anpassungen kommen eher mittelfristig zum Tragen. Hinzu kommt das Handlungsfeld „Anpassung naturschutzfachlicher Anforderungen an die Waldbewirtschaftung im Klimawandel“, um über die Weiterentwicklung freiwilliger Naturschutzleistungen im Rahmen der Waldnutzung auf breiter Fläche positive Biodiversitätseffekte zu erzielen.



Angesichts des sehr hohen Privat- und Kommunalwaldanteils in NRW hat auch das Handlungsfeld „Unterstützung des Privat- und Kommunalwaldes bei der Anpassung der Wälder an den Klimawandel“ eine sehr hohe Priorität. Aufgrund der wichtigen Rolle der Wälder, auch für die Gesellschaft, bedürfen die Adaption der Waldbewirtschaftung und der Waldumbau der Unterstützung.

Schließlich ist ein weiteres wichtiges, kurz- bis mittelfristig dringliches Handlungsfeld die „Darstellung der Rohstoffversorgung für die Holzwirtschaft bei veränderter Waldbewirtschaftung im Klimawandel“. Hierbei geht es um den Erhalt und die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit des in NRW bedeutenden Clusters der Forst- und Holzwirtschaft.

## 6 Klimadynamisches Waldinformationssystem

Der Verbesserung der Informationsgrundlagen und der Managementinstrumente bei der Anpassung der Wälder an den Klimawandel sowie bei ihrer Bewirtschaftung und Pflege, kommt eine grundlegende Bedeutung zu. Das skizzierte „klimadynamische Waldinformationssystem NRW“

(KlimaWIS.NRW) stellt das zentrale, maßnahmenübergreifende Element der Anpassungsstrategie dar. Das Konzept für die IT-Plattform KlimaWIS.NRW besteht aus den drei Modulen „Wald-Information“, „Wald-Management“ und „Experten-Tool“.

### Klimadynamisches Waldinformationssystem NRW (KlimaWIS.NRW)

Informations- und Entscheidungsunterstützungssystem\* für Wälder und Waldbewirtschaftung im Klimawandel (3 Module)

#### Waldinformation

- Eingangsinformationen zu Wäldern und Waldmanagement
- Inhalte Hintergrundinformationen (z. B. Waldbaukonzept), aktuelle Meldungen wie Warnhinweise und weiterführende Informationen (z. B. Beratungsangebote, Fördermöglichkeiten)
- Zielgruppe Waldeigentümer/-innen, Öffentlichkeit und Politik
- Angebot über Internetportal und mobile Anwendungen



#### Waldmanagement

- Anwendungsbezogene Fachinformationen und Entscheidungsunterstützungssystem für Waldmanagement (auch Einbringen lokaler Daten)
- Inhalte alle Aspekte der Forstwirtschaft für die Bewirtschaftungseinheit bzw. den Waldstandort unter Berücksichtigung unterschiedlicher Betriebsziele und verschiedener Klimaszenarien
- Zielgruppe Forstfachleute und andere Praktiker/-innen mit Bezug zu Wald
- Angebot über mobile IT-Fachanwendungen und reguläre Büro-IT



#### Experten-Tool

- Übergeordnete Fachinformationen und spezielle Auswertungen zu Wäldern und Waldmanagement (Datenintegration, komplexe Analysen und Modellierungen, Datenbereitstellung für andere Module)
- Inhalte aller Aspekte der Forstwirtschaft für verschiedene Fragestellungen und räumliche Betrachtungsebenen
- Zielgruppe Experten/-innen, Entscheidungsträger/-innen und Forscher/-innen mit Bezug zu Wald
- Angebot über IT-Strukturen der Landesverwaltung



\* Entscheidungsunterstützungssystem = Decision-making Support System (DSS)

Das Modul „**Wald-Information**“ bietet Waldbesitzern/-innen und der interessierten Öffentlichkeit im Rahmen eines Internetportals Eingangsinformationen zu Wäldern in NRW sowie zu ihrer Bewirtschaftung und Pflege, auch regionenspezifisch und unter den besonderen Gesichtspunkten der Anpassung an den Klimawandel. Zudem finden sich hier aktuelle Hinweise, wie etwa zur Forstschutzsituation (z. B. Waldbrandgefahr, Schadinsekten) und zu Katastrophenmeldungen (z. B. nach Sturmereignissen) sowie Verweise auf forstliche Beratungs- und Unterstützungsangebote.

Das Modul „**Wald-Management**“ bietet Forstfachleuten und anderen Praktiker/-innen mit Bezug zu Wald spezifische Fachinformationen zu Waldökosystemen und zu Waldmanagement im Klimawandel. Das zentrale Element dieses Moduls ist ein umfassendes und leistungsfähiges Entscheidungsunterstützungssystem (Decision-making Support System, DSS). Für Managemententscheidungen auf der räumlichen Ebene von Waldstandorten, Waldbeständen und Forstbetrieben (oder auch Schutzgebieten) kann der Nutzer zwischen verschiedenen Klimaszenarien und betrieblichen Schwerpunkten wählen. Bei den Klimaszenarien sind unterschiedliche Wahrscheinlichkeiten des tatsächlichen Eintritts und verschiedene Risikobereitschaften bezüglich der Auswirkungen möglich. Die betrieblichen Schwerpunkte können etwa ökonomische, ökologische oder gesellschaftliche Ziele beinhalten (z. B. Ertragsmaximierung, Maximierung der Biodiversitätseffekte und Naturschutzleistungen, optimales Erholungsangebot, Maximierung von Umwelt- und Klimaschutzleistungen, ausgeglichenes Ergebnis multifunktionaler Waldbewirtschaftung). Die Modellierung und szenariengestützte Simulation stellt dem Nutzer räumlich spezifische Empfehlungen für das Waldmanagement, wie etwa zu günstigen Bestandestypen und Baumarten sowie zu waldbaulichen Maßnahmen, zur Verfügung. Das Entscheidungsunterstützungssystem verbessert und erleichtert zum einen die operationale Arbeit des Försters oder der Försterin, zum anderen kann es auch effektiv in der Beratung und bei der Betreuung von privaten und kommunalen Waldeigentümern/-innen eingesetzt werden.

Das Modul „**Experten-Tool**“ ist die zentrale IT-Plattform und Datenbank des gesamten Waldinformationssystems. In diesem Modul wird die Integration aller Informationsarten und Datensätze organisiert. Der überwiegende Anteil der Dateneingabe und -pflege (alle landesweiten und regionalen Datensätze) inkl. der Qualitätssicherung findet hier statt. Die Kontrolle und Aktualisierung lokaler Daten (z. B. Forsteinrichtung, Holzernte, Wegenetz, Naturschutz) wird über das Modul „Wald-Management“ beigesteuert. Sämtliche Daten der Module „Wald-Information“ und „Wald-Management“ werden über das Modul „Experten-Tool“ bereitgestellt. Das Modul „Experten-Tool“ erlaubt übergeordnete und spezifische Datenintegrationen, Analysen, Optimierungsrechnungen, Modellierungen und szenariengestützte Simulationen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Wälder und das Waldmanagement, sowie zu den direkten und indirekten Wirkungen von Anpassungsmaßnahmen. Es erzeugt somit neuartiges Spezialwissen für das Waldmanagement und die Forstpolitik sowie für die Klimaanpassung und die Klimaschutzpolitik in NRW.

Vielfältige IT-Grundlagen und -Ansätze sowie Daten Grundlagen in NRW (Geodateninfrastruktur NRW) können für das KlimaWIS.NRW genutzt werden. Hierzu gehören zunächst die verschiedenen Geodaten und IT-Dienste von Geobasis.NRW und IT.NRW. Des Weiteren gehören hierzu die unterschiedlichen Fachdaten und entsprechenden Anwendungen des Landesbetriebes Wald und Holz NRW, des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW sowie des Geologischen Dienstes NRW. Einen geeigneten Ansatz zur Zusammenführung der verschiedenen Daten und Dienste für den Wald und das Waldmanagement angesichts der Herausforderungen des Klimawandels stellt das IT-Projekt Virtueller Wald der Landesregierung dar.

## Klimadynamisches Waldinformationssystem NRW (KlimaWIS.NRW)

(Skizze möglicher Bestandteile der drei Module)

**Zielsetzung (Ziele, Zielgruppen)**

**Themen**

**Daten-Input (Typen, Quellen)**

**Funktionen und Ergebnis-Output**

**Umsetzungsmöglichkeiten**

### Modul Waldinformation

Einführende Informationen zu Wäldern und Waldmanagement im Klimawandel, für Waldbesitzer/-innen, Öffentlichkeit und Politik.

Lage und Fläche, Waldeigentum, Relief, Boden, Klima und Klimawandel (räumlich spezifisch und dynamisch), forstlicher Standort, Waldtyp, Waldfunktionen, Waldbiodiversität, Waldnaturschutzkategorien (wo zutreffend), Waldbestand mit Holzvorkommen (aktuell, auch nach Eingriff,

**Räumliche Daten:** allgemeine Geodaten (ATKIS), Katasterkarten, digitales Geländemodell (Fernerkundung), forstliche Bodenkarten mit Standortinformationen und digitale Standortklassifikation (wo verfügbar), Waldfunktionenkarte, Waldnaturschutzkarten (Biodiversität, Naturschutzkategorien), digitale Bestandesmodelle (Fernerkundung inkl. Laser-Scanning, perspektivisch auch geo-

Internetportal und mobile Anwendungen mit allgemeinen Informationen (Publikationen, Studien und Karten), Aktuellem (Gefährdungshinweise) und weiterführenden Informationen (Beratungs-, Unterstützungs- und Fördermöglichkeiten).

Grundlegende Informationsportale für Geo- und Umweltdaten wie „Geoportal.NRW“, „Umweltportal NRW“ und „Umweltdaten vor Ort“ vorhanden, Weiterentwicklung von Wissen und Informationen erforderlich, Integration und Generierung des zusammenhängenden Informationsangebots erforderlich.

## Modul Waldmanagement

Fachinformationen und Entscheidungsunterstützungssystem\* für Waldmanagement im Klimawandel, für verschiedene Klimaszenarien und betriebliche Zielsetzungen, für Förster/-innen (auch in der Beratung) und weitere Fachleute in der Praxis, Dateninput und -pflege in der Fläche.

## Modul Experten-Tool

Fachanalysen und Modellierung für übergeordnete Auswertungen, Optimierungsrechnung und Szenarienbildung zu Wäldern und Waldmanagement im Klimawandel, Plattform für übergeordnete/n Dateninput und -pflege bzw. Datenintegration.

perspektivisch auch Einzelbäume) und Waldbauplanung, Waldwachstum, Waldschutzsituation (Schädlinge, Sturm, Feuer), forstliche Infrastruktur (Waldstraßen und Rückegassen), Holzernte und -verkauf, Bewirtschaftungsform (eigene Bewirtschaftung, Zusammenschluss, Beratung/Betreuung, Förderung), weitere Funktionen (CO<sub>2</sub>-Speicherung, Rohstoffversorgung Holzwirtschaft, Forschung und Monitoring, Umweltbildung), weitere Rahmenbedingungen (übergeordnete Waldinventuren, Waldschäden durch Luftschadstoffe, allgemeine Umweltsituation, Klimawandel allgemein etc.).

referenzierte Einzelbäume), Forsteinrichtung und Waldbauplanung (Waldwachstums- und Eingriffssimulation), Waldwegenavigation (NavLog), Holzernteplanung und -abwicklung (inkl. Holzernte-Simulation) etc.

**Thematische Daten:** Waldinventuren, Waldnaturschutzkonzepte, forstliche Standortklassifikation und -modellierungen, Waldbaukonzept (Waldentwicklungstypen, Behandlungsempfehlungen, Herkunftsempfehlungen etc.), Waldwachstums- und Sukzessionsmodellierungen, Studien zu Naturwaldzellen und Anbauversuchen, Waldschutz-Monitoring, forstliches Umweltmonitoring, Studien, Karten und Szenarien zu Klimawandel, Studien zu CO<sub>2</sub>-Speicherung, Cluster-/Holzmarktstudien etc.

IT-/Internetbasiertes Entscheidungsunterstützungssystem mit allen relevanten forstpraktischen Fachinformationen auf Bestandesebene (Standort, Bestand etc.) und Managementoptionen (Waldnaturschutz, Waldbau, Holzernte etc.) auf der Basis verschiedener Szenarien zum Klimawandel und betrieblicher Zielsetzungen (ökologische und naturschutzfachliche Standards, betriebswirtschaftliches Ergebnis, weitere Leistungen, Risikobereitschaft, etc.), Angebot über mobile IT-Fachanwendungen (Abruf und Dateninput in der Fläche) und reguläre Büro-IT.

IT-Plattform für übergeordnete Datenintegration (verschiedene Informationssysteme/IT-Plattformen, Datentypen und -sätze) sowie für Dateninput und -pflege, Management und Nutzung durch Spezialisten, Analysen und Modellierung inkl. Optimierungsrechnung und Szenarienbildung, Bereitstellung aufbereiteter Informationen und Handlungsempfehlungen für Praktiker/-innen, Entwicklung zukunftsorientierter Anwendungsmöglichkeiten (weitgehende Digitalisierung aller relevanten Strukturen und Prozesse in der Forstwirtschaft).

Verschiedene Informations- und Planungsgrundlagen sowie unterschiedliche IT-Anwendungen, wie ForstGIS und NavLog, vorhanden, Integration und Generierung des zusammenhängenden Informationsangebots und Entwicklung des Entscheidungsunterstützungssystems erforderlich.

Verschiedene Forschungs- und Monitoringvorhaben sowie Projekte liegen vor bzw. finden statt, geeigneter IT-Ansatz des Projekts Virtueller Wald, Integration, Entwicklung und Einrichtung der umfassenden IT-Plattform unter Einbindung aller relevanten IT-Dienste der Landesverwaltung (Geodateninfrastruktur NRW) erforderlich.

## 7 Fazit und Ausblick

Mit der vorliegenden Klimaanpassungsstrategie Wald NRW und dem ergänzenden umfassenden Fachkonzept wird der Wissensstand zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Wälder und auf die Waldbewirtschaftung in Nordrhein-Westfalen deutlich verbessert. Im Kontext mit wichtigen wald- und klimapolitischen Prozessen und Instrumenten in NRW, der „Waldstrategie 2050“ und dem „Klimaschutzplan“, sind geeignete und auch prioritäre Anpassungsmaßnahmen identifiziert. Die von Fachleuten und Vertretern/-innen unterschiedlicher Institutionen mit Bezug zum Wald in NRW entwickelten Anpassungsmaßnahmen sind fachlich fundiert und spezifisch.

Für die konkrete Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen wird es eine wesentliche Herausforderung sein, über

öffentliche Einrichtungen hinaus auch private und kommunale Waldeigentümer/-innen, Unternehmen der Forst- und Holzwirtschaft sowie weitere Akteure weitergehend in Lösungsansätze einzubinden.

Die weitere Entwicklung des Klimawandels und seiner Auswirkungen auf die Wälder und das Waldmanagement sowie weitere notwendige Anpassungsmaßnahmen werden im Kontext des Klimaschutzplans überprüft. In seiner Fortschreibung und im fachlichen Austausch mit anderen Bundesländern sowie in Bezug auf Prozesse auf Bundes- und EU-Ebene (z. B. Deutsche Anpassungsstrategie), wird die Klimaanpassungsstrategie Wald NRW fortlaufend weiterzuentwickeln sein.





## Quellen und weiterführende Informationen

### Publikationen

- Asche, 2012: Die digitale Standortklassifikation als Grundlage der Baumartenwahl.
- Asche und Norra, 2013: Auswertung zu fehlbestockten und umbaubotwendigen Fichten-(Nadelholz-)Flächen im Sauerland unter Berücksichtigung eines erwarteten Klimawandels.
- Asche und Schulz, 2010: Standortgerechte Baumartenwahl in NRW.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2011: Waldstrategie 2020.
- Bundesamt für Naturschutz, 2013: Wälder und Klimawandel: Künftige Strategien für Schutz und nachhaltige Nutzung.
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2014: Bundeswaldinventur.
- Die Bundesregierung, 2008: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel.
- Dworschak und Schulte-Kellinghaus, 2012. Bodenkarten als Instrument zur Darstellung von Veränderungen forstlicher Standorte.
- Europäische Kommission, 2013: Eine EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel.
- Fitzgerald und Lindner, 2013: Adapting to climate change in European forests.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013: Climate change guidelines for forest managers.
- Gehrmann, 2012. Wirkungsermittlung zum Klimawandel im forstlichen Umweltmonitoring NRW.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014: Fünfter Sachstandsbericht.
- Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2013. Handlungsoptionen für den Klimaschutz in der deutschen Agrar- und Forstwirtschaft.
- Kropp et al., 2009: Klimawandel in NRW – Regionale Abschätzung der Anfälligkeit ausgewählter Sektoren.
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV), 2014: Klimaatlas NRW.
- LANUV, 2014: Klimafolgenmonitoring.
- LANUV, 2010: Klima und Klimawandel in NRW.
- Landesbetrieb Wald und Holz NRW (LB WH), 2014: Nachhaltigkeitsbericht 2013.
- LB WH, 2013: Sturmkatastrophe – Empfehlungen zur Bewältigung für forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse.
- LB WH, 2011: Holz für nachhaltiges Bauen und Modernisieren.
- Leder, 2012: Aufbau und Entwicklung klimaplastischer Wälder.
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW (MKULNV), 2014: Saat 2014 – Forstliches Saat- und Pflanzgut für NRW.
- MKULNV, 2014: Waldzustandsbericht 2014.
- MKULNV, 2013: Wald und Klimaschutz in NRW.
- MKULNV, 2012: Wald im Klimawandel.
- MKULNV, 2012: Klimawandel in NRW
- MKULNV, 2012: Landeswaldbericht 2012.
- MKULNV, 2011: Klimawandel und Boden.
- MKULNV, 2010: Natur im Wandel.
- Niesar, Zúbrik und Kunca, 2013: Waldschutz im Klimawandel.
- Petrak et al., 2012: Monitoring im Wald – Grundlage für Waldbau, Jagd und Naturschutz.
- Saebel, 2013: Virtueller Wald im Cluster Wald und Holz.
- Schulte, 2003: Wald in NRW.
- Straub, Sträter und Wurzler, 2010: Die Klimaentwicklung in NRW.
- Umweltbundesamt und Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung, 2011: Anpassung an den Klimawandel – Forstwirtschaft.
- Universität Münster, Institut für Landschaftsökologie, 2009: Auswirkungen von Klimaänderungen auf die biologische Vielfalt.
- Wagner, 2010: Investitionen in eine zukunftsorientierte Waldwirtschaft. Die Forstwirt-Ausbildung in NRW.

## Internetseiten

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW: [www.umwelt.nrw.de](http://www.umwelt.nrw.de), [www.klimaschutz.nrw.de](http://www.klimaschutz.nrw.de)

Landesbetrieb Wald und Holz NRW: [www.wald-und-holz.nrw.de](http://www.wald-und-holz.nrw.de)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW: [www.lanuv.nrw.de](http://www.lanuv.nrw.de), [www.klimaatlas.nrw.de](http://www.klimaatlas.nrw.de)

Natur- und Umweltschutz-Akademie NRW: [www.nua.nrw.de](http://www.nua.nrw.de)

Geologischer Dienst NRW: [www.gd.nrw.de](http://www.gd.nrw.de)

Geobasis NRW: [www.bezreg-koeln.nrw.de/brk\\_internet/geobasis](http://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/geobasis)

Waldbauernverband NRW: [www.waldbauernverband.de](http://www.waldbauernverband.de)

Waldbesitzerverband der Gemeinden, Gemeindeverbände und öffentlich-rechtlichen Körperschaften in NRW: [www.wbv-nrw.de](http://www.wbv-nrw.de)

Forstverein für NRW: [www.forstverein.de/landesforstvereine/nordrhein-westfalen/profil/](http://www.forstverein.de/landesforstvereine/nordrhein-westfalen/profil/)

Bund Deutscher Forstleute Landesverband NRW: [www.bdf-nrw.de](http://www.bdf-nrw.de)

Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt Landesvertretung Forst NRW: [www.igbau.de/LV\\_Forst\\_Nordrhein-Westfalen.html](http://www.igbau.de/LV_Forst_Nordrhein-Westfalen.html)

Schutzgemeinschaft Deutscher Wald Landesverband NRW: [www.sdw-nrw.de](http://www.sdw-nrw.de)

Landesbüro der Naturschutzverbände NRW: [www.lb-naturschutz-nrw.de](http://www.lb-naturschutz-nrw.de)

Landesgemeinschaft Naturschutz und Umwelt NRW: [www.lnu-nrw.de/](http://www.lnu-nrw.de/)

Dachverband Biologische Stationen in NRW: [www.biostationen-nrw.com](http://www.biostationen-nrw.com)

Landesbeirat Holz NRW: [www.landesbeiratholz-nrw.de](http://www.landesbeiratholz-nrw.de)

Landesclustermanagement Wald & Holz NRW: [www.cluster-wald-holz.de](http://www.cluster-wald-holz.de)

Zentrum Holz: [www.zentrum-holz.com](http://www.zentrum-holz.com)

Deutsche Säge- und Holzindustrie Bundesverband: [www.saegeindustrie.de](http://www.saegeindustrie.de)

Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie: [www.vhi.de](http://www.vhi.de)

Verband Deutscher Papierfabriken: [www.vdp-online.de](http://www.vdp-online.de)

Zimmerer- und Holzbau-Verband Nordrhein: [www.bgv-nrw.de/](http://www.bgv-nrw.de/)

Innungsverband des Zimmerer- und Holzbaugewerbes Westfalen: [www.zimmerer-westfalen.de](http://www.zimmerer-westfalen.de)

Verbände der Holz- und Möbelindustrie NRW: [www.vhk-herford.de](http://www.vhk-herford.de)

Fachverband des Tischlerhandwerks NRW: [www.tischler-nrw.de](http://www.tischler-nrw.de)

EnergieAgentur.NRW: [www.energieagentur.nrw.de](http://www.energieagentur.nrw.de)

Landesjagdverband NRW: [www.ljv-nrw.de](http://www.ljv-nrw.de)

Internationales Institut für Wald und Holz NRW, Universität Münster: [www.wald-institut.de](http://www.wald-institut.de)

Fachhochschule Aachen, Studiengang Holzingenieurwesen: [www.fh-aachen.de/studium/holzingenieurwesen-beng/](http://www.fh-aachen.de/studium/holzingenieurwesen-beng/)

Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Studiengang Holztechnik: [www.hs-owl.de/fb7/studium/holztechnik.html](http://www.hs-owl.de/fb7/studium/holztechnik.html)

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt: [www.nw-fva.de](http://www.nw-fva.de)

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: [www.bmel.de](http://www.bmel.de)

Bundesamt für Naturschutz: [www.bfn.de](http://www.bfn.de)

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: [www.fnr.de](http://www.fnr.de)

Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei: [www.ti.bund.de](http://www.ti.bund.de)

Waldklimafonds: [www.waldklimafonds.de](http://www.waldklimafonds.de)

Deutscher Forstwirtschaftsrat: [www.dfwr.de](http://www.dfwr.de)

Deutscher Holzwirtschaftsrat: [www.dhwr.de](http://www.dhwr.de)

European Commission/Forests: [ec.europa.eu/environment/forests/home\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/forests/home_en.htm)

European Commission/Forest-based industries: [ec.europa.eu/enterprise/sectors/wood-paper-printing/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/wood-paper-printing/index_en.htm)

Forest Europe (The Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe): [www.foresteurope.org](http://www.foresteurope.org)

United Nations Forum on Forests: [www.un.org/esa/forests](http://www.un.org/esa/forests)

Food and Agriculture Organization of the United Nations, Forestry Department: [www.fao.org/forestry/en](http://www.fao.org/forestry/en)

## Bildnachweise

Titelseite: Reinhold Schönemund

Seite 5: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW (MKULNV)

Seite 7: Reinhold Schönemund

Seite 14: Reinhold Schönemund

Seite 15: Unique forestry and land use GmbH

Seite 18: Landesbetrieb Wald und Holz NRW (LB WH)

Seite 20: LB WH

Seite 21: H. Grabe

Seite 22: Jan Preller, LB WH

Seite 24: Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., Wuppertal (oben); Stefan Schilling Fotografie, Köln

Seite 26: Reinhold Schönemund

Seite 27: Ulrich Haufe

Seite 31: R. Oberhäuser

Seite 32: Reinhold Schönemund

Seite 34: Jan Preller, LB WH

Seite 35: LB WH

Seite 37: N. Kolster (links), R. Behlert

Seite 38: LB WH

Seite 41: Ulrich Haufe (links), R. Oberhäuser

Seite 42: Jan Preller, LB WH

Seite 44: MKULNV

Seite 46: Thomas Steil, Institut für Mensch-Maschine-Interaktion, RWTH Aachen

Seite 47: R. Oberhäuser

Seite 48: LB WH

Seite 51: Reinhold Schönemund

Seite 56: Reinhold Schönemund

Rückseite: Reinhold Schönemund





# Impressum

## Herausgeber

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

## Text und Fachredaktion

MKULNV, Referat III-2  
Waldbau, Klimawandel im Wald, Holzwirtschaft

## Fachkonzept

Unique forestry and land use GmbH

## Gestaltung

dot.blue – communication & design

## Druck

XPrint Medienproduktion, Aachen

## Stand

April 2015



Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,  
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen  
Schwannstraße 3, 40476 Düsseldorf  
infoservice@mkulnv.nrw.de  
www.umwelt.nrw.de

