



LEITFADEN ZUR  
KARTIERUNG DER SCHUTZ-  
UND ERHOLUNGSFUNKTIONEN  
DES WALDES

WALDFUNKTIONENKARTIERUNG (WFK)

Herausgeber:

Projektgruppe Waldfunktionenkartierung der AG Forsteinrichtung

# IMPRESSUM

## Herausgeber

Projektgruppe Waldfunktionenkartierung der AG Forsteinrichtung  
c/o Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg  
Wonnhaldestr. 4, D-79100 Freiburg  
fva-bw@forst.bwl.de, www.fva-bw.de, 2015

## Redaktion

Kristina Wirth  
Matthias Wurster  
Dr. Thomas Waldenspuhl

## Autorinnen und Autoren

Dr. Mengistu Abiy, Hessen  
Claus Baum, Sachsen-Anhalt  
Peter Bergen, Nordrhein-Westfalen  
Marina Blum, Berlin  
Sergej Chmara, Thüringen  
Dr. Kerstin Ensinger, Baden-Württemberg  
Dr. Stefan Franz, Nordrhein-Westfalen  
Karsten Kilian, Sachsen  
Katrín Kranz, Sachsen  
Rainer-Maria Kreten, Saarland  
Michael Ley, Rheinland-Pfalz  
Andreas Lucas, Thüringen  
Brigitte Mantey-Müller, Niedersachsen  
Harald Menning, Mecklenburg-Vorpommern  
Lutz Meyer, Sachsen-Anhalt  
Karin Müller, Brandenburg  
Karin Neumann, Thüringen  
Michel Quermann, Hamburg  
Arno Röder, Baden-Württemberg  
Andreas Schabel, Baden-Württemberg  
Dr. Gerhard Schaber-Schoor, Baden-Württemberg  
Roland Schörry, Bayern  
Hilke Schröder, Baden-Württemberg  
Bodo Thiel, Niedersachsen  
Dirk Ueckermann, Rheinland-Pfalz  
Dr. Thomas Waldenspuhl, Baden-Württemberg  
Kristina Wirth, Baden-Württemberg  
Matthias Wurster, Baden-Württemberg

## Bildnachweis:

A. Halaskova, G. Jehle, Prof. Dr. U. Schraml, A. Schabel, U. Klumpp



Die Broschüre „Leitfaden zur  
Waldfunktionenkartierung (WFK)“  
ist auf PEFC-zertifiziertem Papier gedruckt.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Ziel und Aufgaben des Leitfadens</b>	<b>8</b>
1.1	Entwicklung der Leitfäden zur Waldfunktionskartierung	9
1.2	Waldfunktionen und Ökosystemleistungen	11
<b>2</b>	<b>Schutzfunktionen</b>	<b>12</b>
2.1	<b>Wasserschutzwald</b>	<b>13</b>
2.1.1	Allgemeines	13
2.1.2	Definition	13
2.1.3	Wirkungen	13
2.1.3.1	Wasserqualität	13
2.1.3.2	Wasserrückhalt und Wasserspende	13
2.1.3.3	Gewässerökologie	14
2.1.4	Abgrenzung	14
2.1.4.1	Wasserschutzgebiete	14
2.1.4.2	Heilquellenschutzgebiete	15
2.1.4.3	Überschwemmungsgebiete	15
2.1.4.4	Weitere Wasserschutzbereiche mit Rechtsbindung	15
2.1.4.5	Wasserschutzbereiche ohne Rechtsbindung	15
2.1.5	Behandlungsgrundsätze	16
2.1.5.1	Wasserqualität	16
2.1.5.2	Wasserrückhalt und Wasserspende	16
2.1.5.3	Gewässerökologie	16
2.1.6	Neuanlage von Wald	17
2.2	<b>Bodenschutzwald</b>	<b>17</b>
2.2.1	Allgemeines	17
2.2.2	Definition	17
2.2.3	Wirkungen	17
2.2.4	Abgrenzung	18
2.2.4.1	Bodenschutzwald mit gesetzlicher Rechtsbindung	18
2.2.4.2	Bodenschutzwald ohne gesetzliche Rechtsbindung	18
2.2.4.2.1	Erosion durch Wasser	18
2.2.4.2.2	Erosion durch Wind	19
2.2.4.2.3	Erosion auf Kuppen und Hanglagen	19
2.2.4.2.4	Rutschungen	19
2.2.4.2.5	Steinschlag	19
2.2.4.2.6	Rekultivierungsflächen	19
2.2.5	Behandlungsgrundsätze	20
2.2.6	Neuanlage von Wald	20

<b>2.3</b>	<b>Lawinenschutzwald</b>	<b>21</b>
2.3.1	Allgemeines	21
2.3.2	Definition	21
2.3.3	Wirkungen	21
2.3.4	Abgrenzung	23
2.3.4.1	Lawinenschutzwald mit gesetzlicher Rechtsbindung	23
2.3.4.2	Lawinenschutzwald entsprechend Waldfunktionenkartierung	23
2.3.5	Behandlungsgrundsätze	23
2.3.6	Neuanlage von Wald	23
<b>2.4</b>	<b>Küstenschutzwald</b>	<b>24</b>
2.4.1	Allgemeines	24
2.4.2	Definition	24
2.4.3	Wirkungen	24
2.4.4	Abgrenzung	24
2.4.4.1	Behandlungsgrundsätze	25
<b>2.5</b>	<b>Klimaschutzwald</b>	<b>26</b>
2.5.1	Allgemeines	26
2.5.2	Definition	26
2.5.3	Wirkungen	27
2.5.4	Abgrenzung	27
2.5.4.1	Klimaschutzwald ohne Rechtsbindung	27
2.5.4.2	Klimaschutzwald mit Rechtsbindung	27
2.5.5	Behandlungshinweise	27
2.5.6	Neuanlage von Wald	27
<b>2.6</b>	<b>Immissionsschutzwald</b>	<b>28</b>
2.6.1	Allgemeines	28
2.6.2	Definition	28
2.6.3	Wirkungen	28
2.6.4	Abgrenzung	28
2.6.4.1	Lokaler Immissionsschutzwald ohne Rechtsbindung	28
2.6.4.2	Regionaler Immissionsschutzwald ohne Rechtsbindung	30
2.6.4.3	Immissionsschutzwald mit Rechtsbindung	30
2.6.5	Behandlungshinweise	30
2.6.6	Neuanlage von Wald	30
<b>2.7</b>	<b>Lärmschutzwald</b>	<b>31</b>
2.7.1	Allgemeines	31
2.7.2	Definition	31
2.7.3	Wirkungen	31
2.7.4	Abgrenzung	31
2.7.4.1	Lärmschutzwald ohne Rechtsbindung	31
2.7.4.2	Lärmschutzwald mit Rechtsbindung	32

2.7.5	Behandlungsgrundsätze	32
2.7.6	Neuanlage von Wald	32
<b>2.8</b>	<b>Sichtschutzwald</b>	<b>34</b>
2.8.1	Allgemeines	34
2.8.2	Definition	34
2.8.3	Wirkungen	34
2.8.4	Abgrenzung	34
2.8.5	Behandlungshinweise	34
2.8.6	Neuanlage von Wald	34
<b>2.9</b>	<b>Waldflächen mit besonderer Funktion für den Natur- und Landschaftsschutz</b>	<b>35</b>
2.9.1	Einführung	35
2.9.2	Definition	35
2.9.2.1	Flächen mit gesetzlicher Rechtsbindung	35
2.9.2.2	Flächen ohne Rechtsbindung	36
2.9.3	Wirkungen	37
2.9.3.1	Biotop- und Artenschutz	37
2.9.3.2	Landschaftsschutz	37
2.9.4	Abgrenzung	38
2.9.5	Behandlungshinweise	38
2.9.6	Neuanlage von Wald	38
<b>2.10</b>	<b>Wald mit besonderer Funktion für die Kultur</b>	<b>39</b>
2.10.1	Allgemeines	39
2.10.2	Definition	39
2.10.3	Wirkungen	39
2.10.4	Abgrenzung	39
2.10.5	Behandlungshinweise	39
2.10.6	Neuanlage von Wald	39
<b>2.11</b>	<b>Wald mit besonderer Funktion für Genressourcen</b>	<b>40</b>
2.11.1	Allgemeines	40
2.11.2	Definition	40
2.11.3	Wirkungen	40
2.11.4	Abgrenzung	40
2.11.5	Behandlungshinweise	40
2.11.6	Neuanlage von Wald	40
<b>2.12</b>	<b>Wald mit besonderer Funktion für die Forschung (Versuchsflächen)</b>	<b>41</b>
2.12.1	Allgemeines	41
2.12.2	Definition	41
2.12.3	Wirkungen	41
2.12.4	Abgrenzung	41
2.12.5	Behandlungshinweise	41
2.12.6	Neuanlage von Wald	41

<b>3</b>	<b>Erholungswald</b>	<b>42</b>
3.1	Allgemeines	43
3.2	Definitionen	43
3.3	Wirkungen	43
3.4	Abgrenzung	43
3.4.1	Erholungswald mit gesetzlicher Rechtsbindung	43
3.4.2	Wald mit besonderer Erholungsfunktion ohne gesetzliche Rechtsbindung	43
3.5	Bewirtschaftungsgrundsätze	46
3.6	Neuanlage von Wald	47
<b>4</b>	<b>Kartographie und GIS</b>	<b>50</b>
4.1	Allgemeines	51
4.2	Koordinatenreferenzsystem	51
4.3	Geodaten	51
4.4	Erfassung der Waldfunktionen	54
4.5	Analyse der Waldfunktionen	55
4.6	Präsentation der Waldfunktionen	56
<b>5</b>	<b>Potenzielle Synergien und Zielkonflikte zwischen Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen</b>	<b>58</b>
5.1	Synergien	59
5.2	Konflikte	59
<b>6</b>	<b>Klimawandel und Waldfunktionen</b>	<b>60</b>
	Anhang 1 Flächen mit bestehender und geplanter Rechtsbindung in der WFK	63
	Anhang 2 Flächen ohne bestehende Rechtsbindung in der WFK	64
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>66</b>
<b>8</b>	<b>Rechtliche Grundlagen</b>	<b>71</b>
	Abbildungsverzeichnis	72
	Tabellenverzeichnis	73

# VORWORT

Seit über 40 Jahren werden die besonderen Schutz- und Erholungsfunktionen der Wälder erfasst und geplant. Die in Deutschland verankerte multifunktionale Forstwirtschaft gilt als vorbildlich und findet auch international Anerkennung. Die Integration verschiedener über den engeren Forstbetrieb hinausgehender Ziele gewinnt zunehmend an Bedeutung. Ihre Erfassung, Bewertung und Gewichtung mit einer daraus abgeleiteten Gesamtplanung ist eine große Herausforderung. Große Dynamik entfalten externe Faktoren, die auf die Zielsetzungen, die Rahmenbedingungen und die konkrete Betriebsplanung einwirken. Der Klimawandel verändert die Standortfaktoren und damit ggf. die möglichen Leistungen und Wirkungen des Waldes. Neben Forderungen von Nicht-Regierungs-Organisationen und anderen privaten Gruppen erheben auch viele überbetriebliche öffentliche Fachplanungen Ansprüche an die Zusammensetzung und Entwicklung der Wälder, sodass die Schnittstellen zwischen betrieblichen, außerbetrieblichen und öffentlichen Zielen in der Zahl und Dimension zunehmen. Hierbei müssen nicht zwangsläufig Konkurrenzen entstehen. Es ergeben sich auch ergänzende Ziele mit Synergieeffekten, die es zu beschreiben gilt. Insbesondere die Rahmenbedingungen, die sich aus der Umsetzung europäischen Rechts wie bspw. der FFH- oder Vogelschutzrichtlinie ergeben, machen es erforderlich, dass in einer föderalen Struktur wie in Deutschland die Bundesländer sich darüber austauschen, welche der jeweiligen Funktionen wie erfasst, beschrieben und bewertet werden. Zunehmend wichtiger wird hierbei auch, ausgehend von der Funktion im Sinne einer Aufgabe, ihre tatsächliche Wirkung zu beurteilen. Darauf aufbauend kann dann auch die Frage der jeweiligen Leistung, die ein Forstbetrieb neben der Holzproduktion erbringt, bewertet werden. Auch eine Differenzierung zwischen Leistungen, die unter die allgemeine Sozialpflichtigkeit fallen, und Leistungen, die zusätzlich zu erbringen sind oder angeboten werden, fällt mithilfe der Waldfunktionenkartierung leichter. Jede Form einer einheitlichen Vorgehensweise bei der Erfassung der Grundlagen und einer Gesamtschau erleichtert

auch den politischen Diskurs um die Leistungen des Waldes und der Waldbesitzenden. Sie bietet damit die Möglichkeit, abstrakt und schwer greifbare Sachverhalte anhand konkret festgelegter Standards zu diskutieren und darauf aufbauend Entscheidungen zu treffen.

Mit der nun vorliegenden Ausarbeitung in der vierten Auflage – die erstmalig in digitaler Form herausgegeben wird und damit schneller und weiter gestreut werden kann – liegt ein neues und für viele Jahre Bestand habendes Standardwerk vor. Sie erleichtert die Arbeit der zuständigen Stellen für Waldinventur und Planung. Aber auch die alltägliche Arbeit der Forstbehörden und Waldbesitzenden bei der Befassung mit anderen Fachplanungen und Ansprüchen wird einfacher. Hierbei ist die Nutzung geographischer Informationssysteme zum Standard geworden, der ein wesentlich effizienteres Vorgehen ermöglicht. Dies gilt für den eigentlichen Erfassungs- und Planungsprozess als auch für den Austausch von Daten zwischen verschiedenen Fachverwaltungen. Somit ist auch die fortlaufende Verfahrens- und Methodenentwicklung integraler Bestandteil der Waldfunktionenkartierung.

Der Arbeitsgruppe „Waldfunktionenkartierung“ mit den Kolleginnen und Kollegen aus den Bundesländern hat die vielfältigen neuen Rahmenbedingungen aufgegriffen. In sehr intensiver Arbeit und mitunter erheblicher beruflicher Mehrfachbelastung wurde das bestehende Werk fortgeschrieben und ergänzt. Dem Team sei an dieser Stelle seitens der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung – insbesondere aber auch im Namen alle künftigen Nutzerinnen und Nutzer des Leitfadens – ganz herzlich gedankt.

Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung

Dr. Harald Egidi



# ZIEL UND AUFGABEN DES LEITFADENS

# 1 ZIEL UND AUFGABEN DES LEITFADENS

Wälder erfüllen nach § 1 Bundeswaldgesetz (BWaldG)<sup>1</sup> sowohl eine Nutzfunktion als auch Schutz- und Erholungsfunktionen. Die Funktionen haben gleichrangige Bedeutung und sind im Rahmen einer ordnungsgemäßen Waldbewirtschaftung zu erhalten. Grundlage für die Berücksichtigung der Schutz- und Erholungsfunktion der Wälder im forstlichen Planen und Handeln ist die Waldfunktionskartierung (WFK), deren Durchführung in einigen Landeswaldgesetzen verbindlich vorgeschrieben ist (z. B. Baden-Württemberg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen).

Die Waldfunktionskartierung erfasst alle Schutz- und Erholungsfunktionen unabhängig davon, ob sich Synergien oder Zielkonflikte daraus ergeben. Einen Überblick der Definitionen von Schutz- und Erholungsfunktionen wird in Tabelle 1 dargestellt. Die Nutzfunktion wird in der Waldfunktionskartierung i. d. R. nicht erfasst und dargestellt. In Einzelfällen sind zwischen Funktionen Konflikte möglich, die in der Betriebsplanung (Forsteinrichtung) und Bewirtschaftung vor Ort berücksichtigt und gelöst werden sollen. Die Waldfunktionskartierung leistet somit einen Beitrag, um den verschiedenen Ansprüchen an den Wald gerecht zu werden und eine angemessene Berücksichtigung der einzelnen Funktionen zu erreichen. Zur Ermittlung und dem Monitoring der Nachhaltigkeit in der Waldbewirtschaftung ist es allerdings nicht ausreichend, sich eine ausgewogene Ausweisung der einzelnen Waldfunktionen als Ziel zu setzen. Die Dimensionen der Nachhaltigkeit und die Waldfunktionen sind nach Volz (2014) nicht gleichsetzbar. Daher ist eine gesonderte Betrachtung der Nachhaltigkeitsdimensionen – über die Waldfunktionen hinaus – bei der Waldbewirtschaftung erforderlich.

Die Waldfunktionskartierung ist ein wichtiges Element bei der Bewirtschaftung von Wäldern. Sie kann im Rahmen der Betriebsplanung Hinweise für Priorisierungen aufzeigen und für Fördermaßnahmen eine Grundlage darstellen.

Für raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen sowie zentrale forstliche Beiträge zur Landes-, Regional-, und Landschaftsplanung und für die Umweltverträglichkeitsprüfung dient die Waldfunktionskartierung als Grundlage und Entscheidungshilfe.

Außerdem liefert sie wichtige Informationen für andere Institutionen der Landschaftsplanung außerhalb von Wald.

Mit dem Leitfaden soll die Voraussetzung geschaffen werden, dass die Erfassung der Waldfunktionen in allen Bundesländern für alle Waldbesitzarten nach einheitlichen Grundsätzen und Maßstäben durchgeführt und in Karten und Text dargestellt werden kann.

Aufgrund der Veränderlichkeit der Waldfunktionen als auch der gesellschaftlichen Anforderungen an den Wald ist eine regelmäßige Überprüfung und ggf. Anpassung der Waldfunktionskarten bzw. deren Erfassungsmethodik notwendig.

## 1.1 Entwicklung der Leitfäden zur Waldfunktionskartierung

1974 wurde erstmals von einer bundesweiten Arbeitsgruppe ein Leitfaden zur Waldfunktionskartierung veröffentlicht, um die Schutz- und Erholungsfunktionen der Wälder angemessen zu berücksichtigen. Angesichts sich stetig verändernder Umweltbedingungen und gesellschaftlicher Anforderungen an die Waldbewirtschaftung ändern sich auch die Ansprüche an die Funktionen der Wälder und somit an die Waldfunktionskartierung. Der Leitfaden wurde daher in den Jahren 1982 und 2003 überarbeitet und neu aufgelegt.

Zwischen den ersten zwei Auflagen gibt es nur wenige inhaltliche Veränderungen. Dabei handelt es sich um die Einarbeitung neuer Gesetzesfassungen sowie Änderungen bezüglich der Erfassungsmethodik von Immissionsschutzwäldern.

Die 3. Auflage (2003) umfasst grundsätzliche Änderungen. Dabei wurden weitere Waldfunktionen aufgenommen (z. B. Kulturdenkmale, Forschung, Lärmschutzwald) sowie methodische und inhaltliche Überarbeitungen an bestehenden Kapiteln vorgenommen. Die Änderungen spiegeln dabei sowohl wissenschaftlich weiterentwickelte Erkenntnisse wider als auch Veränderungen der Rahmenbedingungen, wie gesellschaftliche Ansprüche oder nationale und internationale Vorgaben (z. B. Naturschutzrecht, Immissionsschutzrecht).

Bei der vorliegenden Überarbeitung, der 4. Auflage des Leitfadens, wurden vor allem in Bezug auf die Erfassungsmethodik von Immissionsschutzwald und Erholungswald neue methodische Ansätze erarbeitet. Außerdem wurden veränderte Rahmenbedingungen, insbesondere der Einfluss des Klimawandels auf Wälder, berücksichtigt (siehe Kap. 6).

<sup>1</sup> BWaldG

§ 1 Zweck dieses Gesetzes ist insbesondere,

1. den Wald wegen seines wirtschaftlichen Nutzens (Nutzfunktion) und wegen seiner Bedeutung für die Umwelt, insbesondere für die dauerhafte Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes, das Klima, den Wasserhaushalt, die Reinhaltung der Luft, die Bodenfruchtbarkeit, das Landschaftsbild, die Agrar- und Infrastruktur und die Erholung der Bevölkerung (Schutz- und Erholungsfunktion) zu erhalten, erforderlichenfalls zu mehren und seine ordnungsgemäße Bewirtschaftung nachhaltig zu sichern,
2. die Forstwirtschaft zu fördern und
3. einen Ausgleich zwischen dem Interesse der Allgemeinheit und den Belangen der Waldbesitzer herbeizuführen.

Funktion	Definition
<b>Wasserschutzwald</b>	Wasserschutzwald sichert und verbessert die Qualität des Grundwassers sowie stehender und fließender Gewässer, die Stetigkeit der Wasserspende und vermindert die Gefahr des Entstehens von Hochwasser und Hochwasserschäden. Zum Wasserschutzwald gehört auch Wald mit besonderer gewässerökologischer Bedeutung. Es wird unterschieden zwischen Flächen mit gesetzlicher Rechtsbindung und solche ohne gesetzliche Rechtsbindung.
<b>Bodenschutzwald</b>	Bodenschutzwald schützt gefährdete Standorte sowie benachbarte Flächen vor den Auswirkungen von Wasser- und Winderosion, Rutschungen und Steinschlag, Aushagerung und Humusabbau.
<b>Lawinenschutzwald</b>	Lawinenschutzwald vermindert die Gefahr von Lawinenanrissen und schützt damit Siedlungen, Verkehrswege und andere Objekte sowie Erholungsgebiete und tiefer gelegene Wälder. Er hemmt das Schneekriechen und Schneegleiten. Zum Lawinenschutzwald gehören auch die bestockten Bereiche in Lawinengassen und Lawinenauslaufzonen.
<b>Küstenschutzwald</b>	Küstenschutzwald schützt den unmittelbaren Küstenbereich vor den Auswirkungen von Wasser- und Winderosion, Bodenrutschungen, Bodenverwehungen, Aushagerung oder Salzeintrag. Er verbessert das Mikroklima und vermindert im Hinterland Schäden auf landwirtschaftlichen Flächen und in den Siedlungsbereichen.
<b>Lokaler Klimaschutzwald</b>	Wald mit lokaler Klimaschutzfunktion schützt Siedlungen, Kur-, Heil- und Freizeiteinrichtungen sowie Erholungsbereiche, landwirtschaftliche Nutzflächen und Sonderkulturen vor Kaltluftschäden, nachteiligen Windeinwirkungen, schafft Ausgleich von Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsextremen.
<b>Regionaler Klimaschutzwald</b>	Wald mit regionaler Klimaschutzfunktion schützt und verbessert das Klima in Verdichtungsräumen durch Luftaustausch.
<b>Lokaler Immissionsschutzwald</b>	Lokaler Immissionsschutzwald ist definiert durch seine Lage zwischen Emittenten und einem zu schützenden Bereich. Wald mit Immissionsschutzfunktion mindert schädliche oder belastende Einwirkungen, besonders durch Stäube, Aerosole und Gase. Er schützt damit Wohn-, Arbeits- und Erholungsbereiche, land- und forstwirtschaftliche Flächen sowie andere schutzbedürftige Objekte vor nachteiligen Wirkungen dieser Immissionen.
<b>Regionaler Immissionsschutzwald</b>	Regionaler Immissionsschutzwald ist gekennzeichnet durch seine Lage in belasteten Gebieten mit Immissionen, die sich keinem konkreten Emittenten zuordnen lassen und für die menschliche Gesundheit geltende Grenzwerte überschreiten. Von Bedeutung sind Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Feinstaub und Ozon. Wald mit Immissionsschutzfunktion mindert schädliche oder belastende Einwirkungen, besonders durch Stäube, Aerosole und Gase. Er schützt damit Wohn-, Arbeits- und Erholungsbereiche, land- und forstwirtschaftliche Flächen sowie andere schutzbedürftige Objekte vor nachteiligen Wirkungen dieser Immissionen.
<b>Lärmschutzwald</b>	Wald, der dem Lärmschutz dient, soll negativ empfundene Geräusche von Wohn-, Arbeits- und Erholungsbereichen durch Absenkung des Schalldruckpegels dämpfen oder fernhalten. Neben dieser messbaren Schallminderung besitzen auch schmale Waldstreifen aufgrund der optischen Abschirmung der Lärmquelle eine subjektiv empfundene Dämmwirkung für die Betroffenen.
<b>Sichtschutzwald</b>	Sichtschutzwald hat die Funktion, Objekte, die das Landschaftsbild nachhaltig und empfindlich stören, weitgehend zu verdecken oder vor unerwünschten Einblicken zu schützen und die ästhetische Wirkung der Landschaft zu verbessern.
<b>Wald mit besonderer Funktion für den Naturschutz</b>	Waldflächen mit besonderer Funktion für den Naturschutz dienen dem Schutz schützenswerter Lebensräume, Arten und Prozesse. Waldflächen mit besonderer Funktion für den Landschaftsschutz dienen v.a. dem Schutz der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes, der nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter und dem Erhalt von Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie des Erholungswertes von Natur und Landschaft. Es wird unterschieden zwischen Flächen mit und solchen ohne gesetzliche Rechtsbindung.
<b>Wald mit besonderer Funktion für die Kultur</b>	Kulturhistorisch bedeutsame Objekte umfassen Bau- und Bodendenkmäler (= Einzelobjekte) sowie Denkmalensembles, soweit sie nach Denkmalschutzrecht geschützt sind. Zu den Baudenkmalern zählen z. B. Befestigungsanlagen, Steinkreuze und Kirchen. Bodendenkmäler sind bewegliche oder unbewegliche Sachen, bei denen es sich um Zeugnisse, Überreste oder Spuren menschlicher Kultur oder Fossilien handelt, die im Boden verborgen sind oder waren (z. B. Grabhügel, Wallstätten, Wüstungen und Landwehren, paläontologische Objekte). Ensembles sind funktional zusammengehörende, beieinander liegende Denkmäler, die als Verbund und mit den dazwischen liegenden (Wald-)Flächen geschützt sind (z. B. Burganlagen), oder aber auch die dem Denkmalschutz unterliegenden Parkanlagen und Arboreten. Es gibt kein Bundesdenkmalschutzgesetz. Die Länder sind in der Ausgestaltung des Denkmalschutzrechtes im Rahmen der bestehenden internationalen Abkommen und Vorschriften frei. Dies führt zwangsläufig zu unterschiedlichen Bestimmungen und voneinander abweichenden Begrifflichkeiten (z. B. Denkmalschutzgebiete, Grabungsgebiete, archäologische Reservate, archäologische Schutzgebiete).
<b>Wald mit besonderer Funktion für Genressourcen</b>	Diese Waldflächen dienen der Gewinnung von forstlichem Vermehrungsgut zur Förderung der Forstwirtschaft sowie der Erhaltung und Nutzung der genetischen Vielfalt der in den Wäldern vorkommenden Baum- und Straucharten.

**Wald mit besonderer Funktion für die Forschung (Versuchsflächen)**

Versuchsflächen für die Forschung werden sowohl von überregional tätigen wissenschaftlichen Institutionen (z. B. dem Thünen-Institut) als auch von den forstlichen Institutionen der Länder sowie von Universitäten und Hochschulen für angewandte Wissenschaften betrieben. Die Versuchsflächen dienen der langfristigen wissenschaftlichen Waldforschung, z. B. zum Waldwachstum, Herkunftsversuchen oder der Waldökologie.

**Erholungswald**

Bei der Waldfunktionskartierung werden alle diejenigen Waldflächen mit der Funktion "Erholung" erfasst, die wegen einer auffallenden Inanspruchnahme durch Erholungssuchende eine besondere Bedeutung für die Erholung der Bevölkerung haben oder die auf Grundlage der Landeswaldgesetze zu Erholungswald erklärt wurden. Es wird unterschieden zwischen Flächen mit und solchen ohne gesetzliche Rechtsbindung. Eine besondere Erholungsfunktion leisten im regionalen Vergleich überdurchschnittlich stark besuchte Wälder (Intensitätsstufe II) Eine darüber hinausgehende, außerordentliche Erholungsfunktion haben Wälder, die so intensiv besucht werden, dass ihr forstliches Management maßgeblich von der Erholung mitbestimmt wird (Intensitätsstufe I).

Tabelle 1: Überblick der Waldfunktionen und deren Definition

## 1.2 Waldfunktionen und Ökosystemleistungen

Das Konzept der Ökosystemleistungen wird von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern unterschiedlichster Fachdisziplinen untersucht, weswegen es u. a. eine Vielzahl an Begriffsverständnissen gibt (u. a. GRUNEWALD & BASTIAN, 2013). Eine sehr verbreitete Definition für Ökosystemleistungen ist die des Millennium Ecosystem Assessments (MEA) (2005)<sup>2</sup>. Darin werden Ökosystemleistungen als Leistungen definiert, die von Ökosystemen (bzw. deren Funktionen) erbracht werden und von denen die Menschen direkten oder indirekten Nutzen ziehen und die damit dem menschlichen Wohlergehen dienen (CONSTANZA et al., 1997; MEA, 2005; DAILY et al., 2009; TEEB, 2010; MARZELLI et al., 2012; GRUNEWALD & BASTIAN, 2013). Die Begriffe „Ökosystemleistungen“, „Ökosystemdienstleistungen“ und „Ökosystemare Güter und Leistungen“ werden dabei synonym verwendet (analog „ecosystem goods and services“ und „ecosystem services“).

In den letzten Jahrzehnten hat das Ökosystemleistungskonzept zunehmend Eingang in der Wissenschaft und Politik gefunden (CONSTANZA et al., 1997; DAILY et al., 2009; ERNSTSON & SÖRLIN, 2012; PISTORIUS et al., 2012; TURNER et al., 2012; GRUNEWALD & BASTIAN, 2013; RING, 2013). Die Berücksichtigung und der Schutz von Ökosystemleistungen in strategischen Plänen und der Landnutzung sollen unter anderem dazu dienen, negative Konsequenzen (ökonomisch, ökologisch, menschliche Wohlfahrt) durch deren Verlust zu vermeiden (ebd.). Prominente Ansätze sind beispielsweise das Millennium Ecosystem Assessment (2005), die TEEB-Studie (2009), der Beschluss der 10. Vertragsstaatenkonferenz der Biodiversitätskonvention (COP 2010) oder UN-REDD+. Für Deutschland gibt es ebenfalls eine gesonderte Studie („Naturkapital Deutschland“) als Beitrag im TEEB Prozess, in welcher der Wert der Natur für die Wirtschaft und Gesellschaft thematisiert ist (MARZELLI et al., 2012). Auch im Zusammenhang mit den Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosysteme entstehen verstärkt Bemühungen, deren Leistungserfüllung nachhaltig zu gestalten (u. a. UN-REDD Programm; DE GROOT et al., 2010; FARLEY & CONSTANZA, 2010; DOBBS et al., 2011; DANIEL et al., 2012; TURNER et al., 2012).

Die Frage, ob Waldfunktionen mit Ökosystemleistungen des Waldes gleichzusetzen sind, ist bisher nicht abschließend ge-

klärt. Dies hängt u. a. auch von der jeweilig herangezogenen Definition von Ökosystemleistungen ab. Zudem gibt es zwischen den beiden Konzepten bei genauerer Betrachtung einige Unterschiede (inhaltlich, konzeptionell, anwendungsbezogen) (MÜLLER & BURKHARD IN BÜRGER-ARNDT et al., 2012; PISTORIUS et al., 2012; BÜRGER-ARNDT, 2013; SCHAICH IN RING, 2013).

Dennoch sind Waldökosysteme bzw. der Forstsektor besonders geeignet, um die Differenzen zwischen Theorie und praktischer Umsetzung des Ökosystemleistungskonzepts schnell zu überwinden (ALBERT & VAN HAAREN in BÜRGER-ARNDT et al. 2012). Zum einen besteht in diesem Bereich eine lange Tradition, ökologische und soziale Waldfunktionen in die praktische Arbeit einzubeziehen, und zum anderen bestehen auch einige Gemeinsamkeiten der beiden Ansätze (ebd.). Tatsächlich sind einige Ökosystemleistungen raumkonkret durch die Waldfunktionskartierung abgebildet und es können wesentliche Übereinstimmungen in der Kategorisierung festgestellt werden (BÜRGER-ARNDT, 2013). Die Waldfunktionskartierung könnte dementsprechend um das Konzept der Ökosystemleistungen erweitert werden, bzw. als Vorlage für die Umsetzung des Ökosystemleistungsansatzes auf lokaler oder regionaler Ebene dienen. Die Erfassung von Ökosystemleistungen der Wälder birgt die Chance, deren Leistungsfähigkeit umfassender und raumkonkret zu erfassen, da dies bisher einzig für die Holznutzung umgesetzt wird (BÜRGER-ARNDT, 2013). Darüber hinaus beinhaltet das Ökosystemleistungskonzept Elemente zur Beteiligung (Konsultation, Mitwirkung) von Stakeholdergruppen, was das Verständnis für den Umwelt- und Naturschutz auf einer breiteren Basis fördern könnte (GRUNEWALD & BASTIAN, 2013). Die Anwendung von Ökosystemleistungen in multifunktionalen Landschaften wie Wäldern kann außerdem dazu dienen, das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung umzusetzen (ebd.).

Die Waldfunktionskartierung kann daher als eine gute Grundlage für die Weiterentwicklung der Erfassung von Ökosystemleistungen dienen. Hierbei wäre eine einheitliche Definition von Termini bei verschiedenen Landschaftsplanungselementen sicherlich zielführend.

<sup>2</sup> **Ecosystem services:** The benefits people obtain from ecosystems. These include provisioning services such as food and water; regulating services such as flood and disease control; cultural services such as spiritual, recreational, and cultural benefits; and supporting services such as nutrient cycling that maintain the conditions for life on Earth. The concept "ecosystem goods and services" is synonymous with ecosystem services. (MEA 2005).



# SCHUTZFUNKTIONEN

## 2 SCHUTZFUNKTIONEN

### 2.1 Wasserschutzwald

#### 2.1.1 Allgemeines

Wasser ist eine wesentliche Grundlage allen Lebens und vieler chemischer und physikalischer Prozesse in der unbelebten Umwelt. Die Gewinnung von Trinkwasser und der technische Wasserverbrauch erfordern die nachhaltige Sicherung der Wasservorräte hinsichtlich Menge und Güte.

Im Kreislauf von Verdunstung, Niederschlag und Abfluss werden die Wasservorräte in den Oberflächengewässern und im Grundwasser erneuert. Neben Relief und Exposition bestimmen Bodeneigenschaft und Vegetationsform die Höhe der Evaporation, der Transpiration und des Oberflächenabflusses. Boden und Vegetation bestimmen zudem die Wassergüte, beide Faktoren werden durch die Art und Weise der Bodennutzung beeinflusst.

Wald wirkt überwiegend günstig auf Wassergüte und -menge:

- Wald filtert und reinigt Wasser.
- Wald wirkt regulierend auf den Wasserhaushalt.
- Wald erhöht das Wasserspeichervermögen des Bodens.

Bei entsprechenden Klimabedingungen kann Wald aber auch die Grundwasserspense vermindern.

#### 2.1.2 Definition

Wasserschutzwald sichert und verbessert die Qualität des Grundwassers sowie stehender und fließender Gewässer, die Stetigkeit der Wasserspense und vermindert die Gefahr des Entstehens von Hochwasser und Hochwasserschäden.

Zum Wasserschutzwald gehört auch Wald mit besonderer gewässerökologischer Bedeutung.

#### 2.1.3 Wirkungen

##### 2.1.3.1 Wasserqualität

Für die Oberflächengewässer und das oberflächennahe Grundwasser stellt Wald den besten Schutz dar. Für die Güte und Menge von Trinkwasser sowie die zeitliche Verteilung des Wasserabflusses sind neben geologischen, edaphischen, orographischen und klimatischen Gegebenheiten Einwirkungen des Menschen auf Boden und Vegetation von Bedeutung. Unter Wald gebildetes Grundwasser ist qualitativ häufig so gut, dass auf eine kostspielige Aufbereitung im Rahmen der Trinkwasserversorgung verzichtet werden kann.

Der tiefgründige, gut durchwurzelte, lockere und humose Waldboden filtert im Wasser enthaltene Schadstoffe aus. Unter Wald wird das Grundwasser im Gegensatz zu landwirtschaftlichen Nutzflächen und Siedlungsbereichen in der Regel nicht mit Düngern, Pflanzenschutzmitteln, Abwässern und Klärschlämmen belastet.

Die Nitratbelastung im Grundwasser unter Wald ist normalerweise bedeutend geringer als bei anderen Nutzungsarten. Allerdings kann die Filterwirkung des Waldes, je nach Baumart (Laubbaumarten, immergrüne Nadelbaumarten), Höhe der Bäume und Lage des Waldes (Einflüsse aus der Umgebung) dazu führen, dass verstärkt Stickstoff eingetragen wird. In ungünstigen Fällen sind eine Übersättigung des Waldbodens und die vermehrte Belastung des Grundwassers mit Nitratstickstoff die Folge. Der Anteil der anthropogen verursachten Stoffeinträge über den Niederschlag schwankt regional und zeitlich.

Hauptursache für die Schädigung von Wäldern und ihrer ökosystemaren Funktionen waren und sind Einträge von Säuren und Stickstoff mit dem Niederschlag. In stark immissionsbelasteten Gebieten und auf Standorten mit geringer Basensättigung führt dies zur Akkumulation von Schadstoffen und Säuren im Boden. Ist die Pufferkapazität des Bodens erschöpft, bricht die Säurebelastung letztlich bis ins Grundwasser durch. Dem kann mit Bodenschutzkalkungen entgegen gewirkt werden.

Bei niedrigen pH-Werten werden im Boden u. a. Aluminium und Schwermetalle freigesetzt, die einerseits Wurzeln schädigen und andererseits ins Grundwasser gelangen. Auf besonders gefährdeten Böden wie Lockersedimenten eiszeitlicher Sande kann es schon nach einigen Jahren zu einer Auswaschung von Metallverbindungen kommen. Teilweise sind die Aluminium- und/oder Schwermetallkonzentrationen im Grundwasser schon so hoch, dass für die Trinkwassergewinnung kritische Werte erreicht werden.

##### 2.1.3.2 Wasserrückhalt und Wasserspense

Wald wirkt regulierend auf den Wasserhaushalt: Er sorgt für eine gleichmäßigere Wasserspense, verzögert den Wasserabfluss und dämpft damit Hochwasserspitzen. Waldböden mit ausgeprägtem Porensystem und tiefgehender intensiver Durchwurzelung, die zum Teil auch wasserstauende Schichten durchdringen kann, weisen eine hohe Infiltrations- und Wasserspeicherkapazität auf. Diese Infiltrationskapazität führt dazu, dass das Wasser auch in tiefere Bodenschichten gelangt und so einen längeren Weg bei der Versickerung

zurücklegt. Durch die längere Versickerungsdauer wird der Abfluss verstetigt, sodass auch in niederschlagsarmen Zeiten eine Wasserspende gewährleistet ist. Nur bei extrem flachgründigen und wenig durchlässigen Böden ist die regulierende Wirkung von Waldstandorten auf die Wasserspende eingeschränkt (KIRNBAUER et al., 2000).

Die günstigen Wirkungen des Waldes auf Wasserrückhalt und damit auf Hochwasserentstehung und -verlauf beruhen außerdem auf seinen hohen Interzeptions- und Transpirationsraten (MITSCHERLICH, 1978; PECK & MAYER, 1996; MARKART et al., 2006; ZIMMERMANN et al., 2008). Diese Wirkung ist insbesondere für Standorte, die eine hohe Abflussempfindlichkeit aufweisen, wie zum Beispiel stark stau- oder grundwassergeprägte Böden, von besonderer Bedeutung (SCHÜLER, 2005); ist dort aber auch begrenzt (VON WILPERT & ZIRLEWAGEN, 2004). Wälder können die Abflussspitzen von Ereignissen kürzerer Dauer und geringer Intensität abmildern, jedoch Hochwasserereignisse, die durch weiträumige Niederschlagsfelder von frontalem Charakter und langer Dauer hervorgerufen werden, nicht verhindern (NIEHOFF & BRONSTERT, 2002; MÖSSMER, 2003; ROBINSON et al., 2003; WEINMEISTER, 2003; ANDRÉASSIAN, 2004; WITZIG et al., 2004; CHANG, 2006).

In Nadelbaumbeständen führt die hohe Interzeption zu einer verringerten Schneeablage. Da außerdem unter dem Kronendach die Schneeschmelze erheblich langsamer als im Freiland abläuft, wird der Abfluss verzögert und die Wasserspende verstetigt.

Im Vergleich zu anderen Vegetationsformen ist die Grundwasserneubildungsrate unter Wald geringer. Dabei wird Wasser jedoch nicht „verbraucht“, sondern in Form von Wasserdampf an die Atmosphäre abgegeben und somit dem Wasserkreislauf wieder zur Verfügung gestellt.

### 2.1.3.3 Gewässerökologie

Besonders an kleinen Fließgewässern (zur Definition siehe BRIEM, 2002) trägt Wald im Uferbereich und in den Auen durch eine naturnahe Baumartenzusammensetzung zum Erhalt einer gewässer- und auentypischen Flora und Fauna und zur Erhöhung der gewässer-morphologischen Vielfalt bei (Wurzeln im Uferbereich, Eintrag von Totholz).

In Auen sind permanent oder periodisch wasserführende Kleingewässer wichtige Lebensstätten für geschützte Arten (HÄUSLER et al., 2003). Wald bietet hierbei die geeignete Umgebung, in der durch die Wirkung dynamischer Prozesse solche Kleingewässer immer wieder neu entstehen können.

Naturnahe Fließgewässer mit ihren Auen sind als Trittsteinbiotope und Wanderkorridore für die Umsetzung eines dauerhaften und länderübergreifenden Biotopverbunds von besonderer Bedeutung (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2004).

Durch ihren Strukturreichtum und ihre hohe Gewässergüte ist der ökologische Zustand von Fließgewässern im Wald überwiegend gut bis sehr gut (SCHABER-SCHLOOR, 2007). Sie bilden Rückzugsräume für seltene und gefährdete Arten vor allem der Gewässerfauna. Unter der Voraussetzung der Durchgängigkeit können solche ökologisch intakten Gewässer zur Kompensation von Strukturdefiziten an unterliegenden Gewässerstrecken und zu deren Wiederbesiedlung durch Gewässerorganismen beitragen (DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE, 2008).

## 2.1.4 Abgrenzung

Alle durch Rechtsverordnung nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) oder nach den Landeswassergesetzen festgesetzten Schutzgebiete werden einschließlich ihrer Zonierung in die Waldfunktionenkartierung übernommen. Eine Ausnahme bilden Heilquellenschutzgebiete, bei denen grundsätzlich nur die qualitativen Schutzzonen in der Waldfunktionenkartierung dargestellt werden. Die Übernahme der Schutzgebiete erfolgt durch digitalen Datenaustausch mit den für die Ausweisung zuständigen Behörden.

Waldflächen mit einer besonderen Wasserschutzfunktion ohne gesetzliche Rechtsbindung werden entsprechend der Definitionen und Beschreibungen in Kapitel 2.1.4.5 (Wasserschutzbereiche ohne Rechtsbindung) abgegrenzt und finden Eingang in die Waldfunktionenkartierung.

### 2.1.4.1 Wasserschutzgebiete

Wasserschutzgebiete können, soweit es das Wohl der Allgemeinheit erfordert, gemäß § 51 Abs. 1 WHG in Verbindung mit den Landeswassergesetzen festgesetzt werden, um:

- Gewässer im Interesse der derzeit bestehenden oder künftigen öffentlichen Wasserversorgung vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen,
- Grundwasser anzureichern oder
- das schädliche Abfließen von Niederschlagswasser sowie das Abschwemmen und den Eintritt von Bodenbestandteilen, Dünge- oder Pflanzenschutzmitteln in Gewässer zu vermeiden.

Trinkwasserschutzgebiete sollen nach Maßgabe der allgemein anerkannten Regeln der Technik in Zonen mit unterschiedlichen Schutzbestimmungen unterteilt werden. Dabei ist folgende Zonierung entsprechend den Regelungen in den jeweiligen Landeswassergesetzen üblich:

- Schutzzone I (Fassungsbereich): Schutz der Fassungsanlage und ihrer unmittelbaren Umgebung vor jeglicher Verunreinigung und Beeinträchtigungen
- Schutzzone II (engeres Schutzgebiet): insbesondere Schutz vor Verunreinigungen und sonstigen Beeinträchtigungen, die wegen ihrer geringen Entfernung zur Gewinnungsanlage gefährlich sind

- **Schutzzone III (weiteres Schutzgebiet):**

Schutz vor weitreichenden Beeinträchtigungen, insbesondere vor nicht oder nur schwer abbaubaren chemischen und radioaktiven Verunreinigungen, die geeignet sind, die menschliche Gesundheit zu schädigen

Wasserschutzgebiete werden von der Wasserbehörde durch Rechtsverordnung festgesetzt, deren Bestandteil eine verbale und kartenmäßige Abgrenzung der Schutzgebiete ist. Mit der Rechtsverordnung werden die Schutzbestimmungen, insbesondere Handlungsverbote und/oder Nutzungsbeschränkungen für das Gebiet festgelegt. Des Weiteren können die Eigentümer und Eigentümerinnen oder Nutzungsberechtigten von Grundstücken zur Duldung von bestimmten Maßnahmen verpflichtet werden.

#### 2.1.4.2 Heilquellenschutzgebiete

Heilquellen sind gemäß § 53 Abs. 1 WHG natürlich zu Tage tretende oder künstlich erschlossene Wasser- oder Gasvorkommen, die auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung, ihrer physikalischen Eigenschaften oder der Erfahrung nach geeignet sind, Heilzwecken zu dienen.

Zum Schutz staatlich anerkannter Heilquellen können durch Rechtsverordnung Heilquellenschutzgebiete festgesetzt werden. Bei der Ausweisung von Heilquellenschutzgebieten wird zwischen qualitativer und quantitativer Schutzbedürftigkeit unterschieden. Die quantitativen Schutzzonen (Zonen A und B) werden in der Waldfunktionskartierung grundsätzlich nicht dargestellt, da dort Einschränkungen der forstlichen Bewirtschaftung nicht erforderlich sind. Gegen qualitative Gefährdungen werden in der Regel drei Schutzzonen (Zonen I bis III) ausgewiesen, die in der Waldfunktionskartierung dargestellt werden.

#### 2.1.4.3 Überschwemmungsgebiete

Überschwemmungsgebiete sind gemäß § 76 Abs. 1 WHG Gebiete zwischen oberirdischen Gewässern und Deichen oder Hochufern und sonstige Gebiete, die bei Hochwasser überschwemmt oder durchflossen oder die für Hochwasserentlastung oder Rückhaltung beansprucht werden.

Dabei soll mindestens ein Hochwasserereignis zugrunde gelegt werden, das statistisch einmal in 100 Jahren zu erwarten ist. Verbunden mit der Festsetzung durch Rechtsverordnung sind in der Regel Gebote oder Verbote, die den schadlosen Abfluss des Hochwassers sichern.

#### 2.1.4.4 Weitere Wasserschutzbereiche mit Rechtsbindung

Nach den Wasser- und Waldgesetzen einiger Bundesländer können weitere Wasserschutzbereiche ausgewiesen (siehe auch Anhang 1) werden. Diese sind beispielsweise:

- Hochwasserentstehungsgebiete (§ 76 Sächsisches Wassergesetz (SÄCHSWG)): Dabei handelt es sich um Gebiete, insbesondere in den Mittelgebirgs- und Hügellandschaften,

in denen bei Starkniederschlägen oder bei Schneeschmelze in kurzer Zeit starke oberirdische Abflüsse eintreten können, die zu einer Hochwassergefahr in den Fließgewässern und damit zu einer erheblichen Gefahr für die öffentliche Sicherheit und Ordnung führen können. Die obere Wasserbehörde setzt die Hochwasserentstehungsgebiete durch Rechtsverordnung fest. Ziel ist, die Hochwassergefahr bereits in ihren Entstehungsgebieten zu minimieren.

- Wasserschutzwald (§ 31 Waldgesetz für Baden-Württemberg (LWALDG); § 29 Waldgesetz für den Freistaat Sachsen (SÄCHSWALDG)): Zum Schutz des Grundwassers und der Oberflächengewässer sowie der Sicherung der Wasservorräte und der Regulierung des Wasserhaushaltes kann die untere Forstbehörde durch Rechtsverordnung Wald zu Schutzwald erklären. Die Erklärung kann mit Auflagen verbunden werden und Bewirtschaftungsvorschriften enthalten.

#### 2.1.4.5 Wasserschutzbereiche ohne Rechtsbindung

Daneben werden länderspezifisch Wälder mit besonderer Wasserschutzfunktion ohne Rechtsbindung im Rahmen der Waldfunktionskartierung erfasst. Diese sind beispielsweise:

- Wasserwirtschaftlich schutzbedürftige Fläche: Dieser Wald dient der Reinhaltung des Grundwassers, stehender und fließender Gewässer sowie der Stetigkeit der Wasserspende über das in den gesetzlichen Schutzgebieten inhaltlich und räumlich festgelegte Maß hinaus, z. B.
  - Wald um örtlich aktive Wassergewinnungsanlagen, der nicht nach Wassergesetz als Wasserschutzgebiet ausgewiesen wurde,
  - Wald um förmlich festgesetzte Wasserschutzgebiete, soweit er über die Grenzen des Wasserschutzgebietes hinaus eine besondere Bedeutung für die Anreicherung und Reinhaltung des Grundwassers hat,
  - Wald mit besonderer Bedeutung für den Quellenschutz.
- Wald mit besonderer gewässerökologischer Bedeutung: Dieser trägt zum Erhalt oder der Verbesserung der gewässermorphologischen Vielfalt und der Lebensgrundlagen der Gewässerfauna und -flora bei. Erfasst werden können
  - Teile von natürlichen oder naturnahen Bereichen fließender oder stehender Gewässer, von Quellbereichen und Bruch-, Sumpf- und Auenwäldern, soweit sie gesetzlich geschützte Biotope nach § 30 BNatSchG sind,
  - gewässerökologisch bedeutsame Waldstreifen auch als Verbindungsflächen und -elemente entlang von Fließgewässern mit einer Breite je Uferseite im Allgemeinen von 10–15 m (JEDICKE, 1994; BÖNECKE, 2004; LANDESANSTALT FÜR UMWELT MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, 2010), jedoch mindestens 5 m (vgl. §38 WHG).
- Uferschutzwald (Mecklenburg-Vorpommern): Hierbei handelt es sich um bach- oder flussbegleitenden Wald sowie Wald im unmittelbaren Uferbereich von Seen. Er

schützt den Uferbereich vor Erosionsschäden und reguliert die Licht- und Temperaturverhältnisse der Gewässer. Uferschutzwald trägt zur Verbesserung der Wasserqualität bei und minimiert insbesondere Schadstoffeinträge durch Einschwemmungen von angrenzenden Nutzflächen (LANDESFORSTANSTALT MECKLENBURG-VORPOMMERN, 2006).

- Wassersensible Bereiche (Moore, Auen, Gleye, Kolluvien) sowie Wildbacheinzugsgebiete (in Bayern vom Landesamt für Umwelt nachrichtlich übernommene Flächen ohne Rechtsbindung).

## 2.1.5 Behandlungsgrundsätze

In ausgewiesenen Schutzgebieten sind die Vorschriften der jeweiligen Verordnungen bindend. Zertifizierte Forstbetriebe haben die Standards des jeweiligen Zertifizierungssystems einzuhalten. Im Wasserschutzwald sind die Arbeitsverfahren, die eingesetzte Forsttechnik sowie die Walderschließung den Erfordernissen der Schutzfunktion anzupassen. Darüber hinaus ist das aktuelle Pflanzenschutzmittelverzeichnis des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) zu beachten.

### 2.1.5.1 Wasserqualität

Waldaufbau und Waldbehandlung sollen den Bodenzustand erhalten oder schaffen, der eine möglichst hohe mechanische, biologische und chemische Reinigungskraft besitzt.

- Je nach klimatischen und standörtlichen Gegebenheiten sind geeignete Waldstrukturen zu schaffen, die die Wassergüte fördern. Bei der waldbaulichen Behandlung sind ein Verzicht auf Kahlhiebe, die Nutzung von Naturverjüngung und lange Produktionszeiträume vorteilhaft; am besten geeignet ist Dauerwald (VON WILPERT, 2006). Hohe Laubholzanteile und kleinräumige Hiebsformen wirken sich günstig auf die Wasserqualität aus und reduzieren insbesondere den Nitrataustrag (VON WILPERT & ZIRLEWAGEN, 2004; VON WILPERT, 2007; VON WILPERT & PUHLMANN, 2007; VON WILPERT, 2008).
- Plötzlicher Abbau von starken Moder- und Rohhumusauf-lagen kann zur Nitratanreicherung im Grundwasser führen. Hiebsverfahren und Bodenbearbeitung sollen so gewählt werden, dass keine plötzliche Mineralisierung und Auswaschung eintritt.
- Düngung sollte im Wasserschutzwald unterbleiben. Dies gilt nicht für Bodenschutzkalkungen, die die Wasserschutzfunktion verbessert (PUHLMANN et al., 2007; VON WILPERT et al., 2007; SUCKER et al., 2009).
- Im Wasserschutzwald sollen biologische und mechanische Verfahren den Einsatz von chemischen Schädlings- und Aufwuchsbekämpfungsmitteln ersetzen.
- Die Verwendung biologisch abbaubarer Schmierstoffe ist geboten.

### 2.1.5.2 Wasserrückhalt und Wasserspende

Zur Förderung des nutzbaren Wasserangebots gilt allgemein, dass im Laubwald ein größerer Anteil des Niederschlags dem Grundwasser zufließt als im Nadelwald mit seinen ganzjährig höheren Interzeptionswerten. Neben dem Umbau in laubbaumreiche Bestände kann die Absenkung des Bestockungsgrades die Gesamtverdunstung vermindern und im gewissen Umfang zu einer Verbesserung des Wasserangebotes führen. Extreme waldbauliche Maßnahmen, wie starke Herabsetzung des Bestockungsgrades unter 0,5, bringen nur eine geringfügige und vorübergehende Erhöhung des nutzbaren Wasserangebotes und stellen die Gewährleistung anderer Waldfunktionen in Frage. Waldbauliche Verfahren, die zu Kahlflächen führen, sind zu vermeiden.

Maßnahmen zur Verbesserung des Wasserrückhaltes mit dem Ziel der Hochwasservorsorge beziehen sich vorrangig auf die abflussempfindlichen Standortbereiche. SCHÜLER (2005) gibt hierzu folgende Hinweise:

- Entwicklung von Waldstrukturen mit hoher Verdunstungs-oberfläche durch einen Waldaufbau mit ökologisch stabilen, naturnahen, intensiv strukturierten Waldgesellschaften unter Vermeidung von Kahllagen,
- Entwicklung und Anwendung bodenschonender Bewirtschaftungstechnologien und der Vermeidung von abflussfördernden Linienstrukturen im Wald,
- Reduktion jeglicher Bodenbearbeitung auf strukturell gestörten Waldböden,
- Reduktion der Wegedichte und Entwässerung des Erschließungsnetzes in angrenzende Waldbestände,
- schonende Bewirtschaftung von Bachauen mit Berücksichtigung der Eigendynamik der Waldgewässer,
- Schaffung von Retentionsräumen in den Bachauen und in miteinander vernetzten Rückhaltebecken, die sich antizyklisch zum jeweiligen Wasserangebot entleeren sollen.

### 2.1.5.3 Gewässerökologie

Wald mit besonderer Bedeutung für die Gewässerökologie zeichnet sich durch eine natürliche bis naturnahe Baumartenzusammensetzung und einen ungestörten Wasserhaushalt (Bodenwasserhaushalt, Überflutungsdauer und -häufigkeit) aus. Die Waldbehandlung soll so erfolgen, dass diese Eigenschaften gesichert oder verbessert werden. Bei Durchforstungen und Endnutzungen soll ein übermäßiges Freistellen (starke Besonnung) langer Gewässerabschnitte vermieden werden.

## 2.1.6 Neuanlage von Wald

Aufgrund der in Kapitel 2.1.3 beschriebenen positiven Wirkungen des Waldes auf die Wasserqualität, den Wasserrückhalt und die Wasserspende sowie Gewässerökologie ist die Neuanlage von Wald grundsätzlich zu befürworten. Durch die großflächige Anlage von Wald wird in niederschlagsreichen Gebieten die Wasserspende verstetigt und werden somit Hochwasserspitzen gedämpft.

Durch die gezielte Anlage von Wald in Retentionsräumen von Überschwemmungsbereichen kann die Fließgeschwindigkeit der Gewässer wirkungsvoll herabgesetzt werden. Anpflanzungen an Prallhängen von Flüssen und Bächen verhindern Auskolkung und Bodenabtrag.

In landwirtschaftlich intensiv bewirtschafteten Gebieten kann durch eine Erstaufforstung die Wasserqualität verbessert werden, da insbesondere Düngung und Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Wald kaum eine Rolle spielen.

Der plötzlichen Freisetzung von größeren Mengen gespeicherten Stickstoffes in landwirtschaftlich genutzten Böden nach einer Erstaufforstung kann z. B. durch die Selbstbegrünung stillgelegter Flächen ohne Bodenbearbeitung nach der letzten Ernte begegnet werden.

Auf grundwassernahen Standorten sollte eine vollflächige Bodenbearbeitung unterbleiben.

Insgesamt überwiegen bei der Neuanlage von Wald die positiven Aspekte, deren Wirkungen auf die Qualität des Grundwassers bereits unmittelbar nach der Pflanzung einsetzen (NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 2000).

Ist in Überschwemmungsgebieten ein schneller Abfluss von Hochwasser, Eis und Treibgut in sogenannten Durchzugsräumen wasserwirtschaftlich erforderlich, sind Aufforstungen weniger erwünscht, jedoch am Gleithang (geringerer Wasserdruck) durchaus möglich.

## 2.2 Bodenschutzwald

### 2.2.1 Allgemeines

Böden sind als Teil der obersten Erdkruste komplexe chemische, physikalische und biologische Systeme, die sich zwischen Gestein und Atmosphäre entwickeln (Pedosphäre).

Im Ökosystem Wald kommt dem Boden eine Schlüsselrolle zu. Er speichert Wasser und Nährstoffe, puffert Stoffeinträge ab, dient den Bodenorganismen als Lebensraum und bietet unentbehrlichen Wurzelraum für die Pflanzen. Die Waldbewirtschaftung beeinträchtigt die Böden im Vergleich zu anderen Nutzungsarten weniger. Natürlich gelagerte und in ihrer Entwicklung ungestörte Böden finden sich vor allem unter Wald (Archivstandorte) und stellen einen besonderen Wert dar.

Böden sind nur begrenzt verfügbar. Bodenverluste sind meist irreversibel. Physikalische und chemische Schädigungen von Böden sind nicht oder nur in sehr langen Zeiträumen regenerierbar. Daher sind solche Störungen möglichst zu vermeiden.

Wald schützt von allen Vegetationsformen die Böden am besten.

### 2.2.2 Definition

Bodenschutzwald schützt gefährdete Standorte sowie benachbarte Flächen vor den Auswirkungen von Wasser- und Winderosion, Rutschungen und Steinschlag, Aushagerung und Humusabbau.

### 2.2.3 Wirkungen

Wald wirkt der durch Auswehungen und Humusschwund verursachten Aushagerung des Bodens entgegen. Insbesondere flachgründige Böden, Steilhänge und Flugsandböden werden vor Bodenabtrag durch Wind und Wasser durch dauerhafte Waldbestände mit entwickelter Humusschicht und Bodenpflanzendecke wirksam geschützt. Den besten Schutz gewährleisten Wälder mit einem ausgeprägten Unterstand, weil in ihnen starke Winde bis zur Wirkungslosigkeit für den Bodenabtrag oder die Streuauswehung abgeschwächt werden.

Auf leicht verwitterbarem Kalkgestein verzögert Wald die Verkarstung, indem er den Bodenabtrag durch Wind und Wasser vermindert.

Die aufliegende Streu und der humose Oberboden bilden eine Art Schutzmantel für den Mineralboden. Sie vermögen die Schlagwirkung von Starkregen zu bremsen. Gleichzeitig kann Niederschlagswasser in das Hohlraumsystem des Waldbodens eindringen, wodurch Oberflächenabfluss und Bodenabtrag weitgehend verhindert werden.

Bei einer gleichmäßigen und intensiven Durchwurzelung durch Bäume und Sträucher bis in größere Tiefen in Verbindung mit

der natürlichen, aggregierten Bodenlagerung kommt es zu einer mechanischen Festigung des Bodens. Diese Festigungswirkung wird durch die "Pumpwirkung" von Wäldern verstärkt, denn die dem Wald eigene hohe Gesamtverdunstung trägt dazu bei, Böden in einem relativ trockenen Zustand zu halten, wodurch die mechanische Festigkeit des Bodens durch Zunahme der zwischen den Bodenteilchen wirkenden Kohäsionskräfte weiter erhöht wird (COPPIN & RICHARDS, 1990).

Muren, Rutschungen und Steinschlag entstehen in steilem Gelände mit anstehendem Lockergestein auch im Wald. Eine Gefährdung von Verkehrswegen, Wohn- und Industriegebieten und anderen Objekten wird durch Bodenschutzwälder vermindert.

## 2.2.4 Abgrenzung

### 2.2.4.1 Bodenschutzwald mit gesetzlicher Rechtsbindung

Wälder, die vor Erosion durch Wasser und Wind schützen, können nach dem Bundeswaldgesetz zu Schutzwald erklärt werden (§ 12 BWaldG). Darüber hinaus haben einige Bundesländer eigene Bestimmungen zur Ausweisung und Bewirtschaftung von Bodenschutzwäldern erlassen.

Nach § 10 Bundesfernstraßengesetzes (FStrG) können Wälder längs der Bundesfernstraßen zu Schutzwaldungen erklärt werden. Ihre Schutzwirkung beruht auch darauf, dass sie Straßen vor Bodenabtrag und Steinschlag schützen.

### 2.2.4.2 Bodenschutzwald ohne gesetzliche Rechtsbindung

Unabhängig von förmlichen Festsetzungen stellt die Waldfunktionenkartierung sämtliche Waldflächen mit besonderer Bodenschutzfunktion dar.

Die Abgrenzung der Funktion Bodenschutz erfolgt indirekt über diejenigen Faktoren, die die Schutzbedürftigkeit der Böden am meisten beeinflussen. Das sind:

- das Ausgangsgestein,
- die Bodenart,
- der Humusgehalt,
- die Durchwurzelung,
- das Relief,
- der Wasserhaushalt des Bodens,
- der Niederschlag,
- die Windverhältnisse.

Grundlagen sind z. B.: Geologische Karte, Standortskarten, Digitale Geländemodelle, Klimaatlas und Bodeninventuren.

Beispiel: Bodenschutzwald wird in Baden-Württemberg überwiegend computergestützt festgestellt (rd. 86 %, Stand 2009). Für Bodenschutzwald nach dem Merkmal Steilhang erfolgt die Feststellung mittels eines digitalen Geländemodells. Bodenschutzwald nach den Merkmalen Rutschhang, sonstige Erosionsstandorte und Flugsandböden wird aus den digitalen Standortdaten der Forstlichen Standortkartierung, soweit diese

vorliegen, hergeleitet. Eine teilweise computergestützte Methode zur Ausweisung von Bodenschutzwald in nicht standortskartiertem Wald wurde 2009 erstmals im Kleinprivatwald angewendet.

Von besonderer Bedeutung sind Schutzwälder, die zwischen natürlichen Gefahrenquellen (z. B. Felsabbruchgebiet) und zu schützenden Objekten (z. B. Straße, Siedlung) liegen und allein durch ihre Lage, Struktur und Zusammensetzung eine gefahrenmindernde Wirkung entfalten. Sie können als Objekt-Schutzwälder gesondert erfasst werden.

### 2.2.4.2.1 Erosion durch Wasser

Erosion bezeichnet im weitesten Sinne Abtragung von Boden.

Der hier verwandte Begriff „Bodenerosion“ meint „Abtrag entlang der Oberfläche durch Wasser und Wind“ (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1982).

Wenn nach lang anhaltenden Niederschlägen, Starkregenereignissen und Schneeschmelze die Wassersättigung des Bodens erreicht wird oder die Infiltration in den Boden durch mechanische Verdichtung oder im gefrorenen Zustand behindert ist, kommt es zu Oberflächenabfluss und Bodenabtrag. Die Aufnahme- und Speicherfähigkeit des Bodens hängt vom Volumen an Grob- und (teilweise) Mittelporen ab (MARKART & KOHL, 2009); diese werden in Abhängigkeit von der Bodenart, der Lagerungsdichte und dem Humusgehalt bestimmt (ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG IN DER ARBEITSGEMEINSCHAFT FORSTEINRICHTUNG, 2003).

Zunächst mobilisiert die Schlagwirkung von Regentropfen feine Bodenteilchen, die durch die Schleppkraft fließenden Wassers abtransportiert und anderswo abgelagert werden (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1982). Folgen sind Veränderung der Bodenaggregate, Verschlammung, Rillen-, Furchen- und Grabenbildung, flächenhafte Einschnitte in den Boden und letztlich eine verminderte Ertragsfähigkeit infolge von Humus- und Nährstoffverlusten.

Die Höhe des Bodenabtrags wird bestimmt durch die Faktoren Energie des aufschlagenden Regens, Erosionsanfälligkeit des Bodens, Hangneigung, Hanglänge, Exposition und die Nutzungsart (Vegetationsdecke) (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1982). Die Transportkraft des oberflächlich abfließenden Niederschlagswassers ist umso höher, je größer das lokale Wassereinzugsgebiet, je steiler das Relief und je geringer das Wasseraufnahmevermögen des Bodens ist (SCHRÖDER, 1978).

Die Erosionsanfälligkeit des Bodens „steigt mit hohen Schluff- und Feinsandanteilen und geringer Durchlässigkeit“ – also hoher Lagerungsdichte – und „sinkt mit steigendem Gehalt an organischer Substanz, Ton- und Sandanteil und Aggregatstabilität“ (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1982). Es ergibt sich unter den Bodenarten folgende Reihe abnehmender Erosionsanfälligkeit: Lößlehm, Sandsteinverwitterungsboden, toniger Lehm, Kalksteinverwitterungsboden, sandiger Geschie-

belem, Tonschieferverwitterungsboden. Zweischichtböden sind generell stärker erosionsgefährdet, z. B. Löß über Basalt, Löß über Ton (BARNER, 1981).

Bei Hangneigungen ab 30° (58 %) kann generell Bodenschutzwald ausgewiesen werden. Ab Hangneigungen von 20° (36 %) sollte in Abhängigkeit von Bodenart und Schichtung eine Ausweisung von Bodenschutzwald geprüft werden, bei tonig-schluffigen Substraten bereits ab 15° (20 %). Indizien für die Ausweisung liefern beobachtete Erosionen vor Ort.

Nordhänge erreichen unter sonst gleichen Bedingungen eine schnellere Bodenwassersättigung und sind erosionsanfälliger als Südhänge (BARNER, 1983), Südhänge sind bei der Schneeschmelze erosionsanfälliger als Nordhänge.

Neben der beschriebenen Erosion durch oberflächlich abfließendes Wasser erfolgt Seitenerosion an den Ufern von Fließgewässern. Erosionsbestimmende Faktoren sind u. a. Wasser- und Geschiebeführung, Gefälle des Flusses, Bodenart bzw. Gesteins Härte (BROCKHAUS NACHSCHLAGEWERK PHYSISCHE GEOGRAPHIE, 1975).

#### **2.2.4.2.2 Erosion durch Wind**

Durch Winderosion sind vornehmlich Böden bedroht, die entweder gar nicht oder nur durch spärliche Vegetationsdecken geschützt sind: Das sind zum einen Trockenstandorte auf gut drainierten skelettreichen oder sandigen Substraten, zum anderen Flussauen oder Küsten, die regelmäßig überschwemmt bzw. überflutet werden oder steile und exponierte Gelände, in denen Rutschungen, Wassererosion oder Trittschäden schon Angriffspunkte geschaffen haben.

Im Wald ist die Winderosion in der Regel vernachlässigbar gering. Die Bäume und die Bodenvegetation schwächen den Wind ab, die Wurzeln halten den Boden fest. Gefährdet sind exponierte Standorte mit lichten Waldstrukturen in Randlagen oder auf Kuppen. Dort wird die Streu vom Wind verblasen und es findet wegen der erhöhten Sonneneinstrahlung ein verstärkter Humusabbau statt.

#### **2.2.4.2.3 Erosion auf Kuppen und Hanglagen**

Exponierte Standorte wie Berggipfel, Kuppen, Steilhänge, Steilränder von Hochflächen, Hangrippen und Dünen sind Regen und Wind stark ausgesetzt und daher besonders erosionsgefährdet. Für den Wald sind die Bedingungen wegen der häufig auftretenden Temperaturextreme ungünstig. Die Böden sind in der Regel flachgründig und neigen bei Freilage zu Aushagerung.

Wald in diesen extremen Lagen ist immer Schutzwald, denn sein Verlust verstärkt die Bodenerosion durch Wasser und Wind erheblich.

#### **2.2.4.2.4 Rutschungen**

Auf rutschgefährdetem geologischem Ausgangsgestein (z. B. Flysch, Cenoman) kann es bei gleichzeitigem Grundwasser-

zugang bzw. Stauwassereinfluss bereits bei geringer Hangneigung zu einem Abbrechen und talwärtigem Abgleiten von Erdmassen kommen. Auch an den Steilufern der Küste, an Steilufern der Binnenseen und an Flusshochterassen kann die Wassererosion zu Bodenrutschungen, Auskolkungen und Erdabbrüchen führen.

Oberflächennahe Rutschungen werden durch die Wurzelsysteme der Bäume befestigt und durch die günstige „Pumpwirkung“ des Waldes auf den Bodenwasserhaushalt in Ruhe gehalten bzw. gebremst. Bei sehr tief verlaufenden Gleitflächen sind geologisch bedingte Ursachen für Rutschungen durch Vegetation nicht direkt zu beeinflussen (COPPIN & RICHARDS, 1990).

Fließgewässer sind durch Abtransport von Material eine der häufigsten Ursachen für Erosionsprozesse, durch die ganze Rutschgebiete entstehen können. Waldbewuchs kann gerade am Hangfuß solche Störungen mindern. Auf rutschgefährdeten Formationen ist Bodenschutzwald daher besonders sorgfältig zu kartieren. Rutschungen werden vielfach auch durch bautechnische Eingriffe ausgelöst. Beim Wegebau in erosionsgefährdeten Gebieten ist eine Gefahrenbeurteilung in Bezug auf Rutschungen unerlässlich.

Der Bodentyp, die Wasserführung des Grundwassers im Boden und die Kenntnis stauender Schichten sowie das Relief und die Steilheit des Geländes stellen Anhaltspunkte für die Einschätzung der Rutschgefährdung dar. Zum Einfluss der Steilheit auf Rutschungen stellten RICKLI et al. (2004) nach durch extreme Niederschläge ausgelösten oberflächennahen Rutschungen fest, dass bis zu einer Hangneigung von 40° im Wald deutlich weniger Rutschungen entstanden als im Freiland. Innerhalb des Waldes konnte beobachtet werden, dass in Beständen mit standortangepassten Baumarten und mit wenig Bestandeslücken weniger Rutschungen auftraten. Anzeichen für Rutschgefährdung sind außerdem Bodenrisse, kleinere Rutschungen, vernässte Stellen und Wasseraustritte. Wulste, Eintiefungen, weiche, wellige Geländeformen und teilweise Säbelwuchs von Bäumen weisen auf Bodenkriechen und alte Rutschungen hin.

#### **2.2.4.2.5 Steinschlag**

In sehr steilen Lagen rollen beispielsweise durch Verwitterung, Wind und Wasser, Mensch und Tier in Bewegung geratene Steine zu Tal und gefährden Siedlungen, Verkehrswege und andere Objekte. Gut strukturierte, stammzahlreiche Dauerwaldbestockungen schützen, sind aber bei starker Gefährdung kein Ersatz für technische Maßnahmen (RICKLI et al., 2004).

#### **2.2.4.2.6 Rekultivierungsflächen**

Wo Steine und Erden abgebaut oder Stoffe deponiert wurden, können Bäume durch ihre Wurzeln zur Verfüllung oder Abdeckung aufgetragenes Bodenmaterial (Rekultivierungsschicht) festigen und Böschungen vor Erosionen schützen. Dies setzt voraus, dass die oberflächennahen Horizonte wenigstens für

anspruchlose Pioniergehölze geeignet sind. Es empfiehlt sich, vor der Aufforstung solcher Wälder eine ausreichend mächtige Rekultivierungsschicht aus geeigneten Bodenarten aufzutragen und standortsverbessernde Baumarten mit leicht zersetzlicher Streu (z. B. Weiden, Vogelbeere, Aspe) an der Bestockung zu beteiligen (ARBEITSGEMEINSCHAFT FORSTEINRICHTUNG & ARBEITSKREIS FORSTLICHE LANDESPFLEGE, 1994). Als Grundlage für die Auswahl einer an die jeweiligen Boden- und Klimaverhältnisse angepassten Bestockung empfiehlt sich die Durchführung eines Standortsgutachtens (SCHABER-SCHLOOR, 2005).

## 2.2.5 Behandlungsgrundsätze

Bodenabtrag wird vor allem durch eine geschlossene Vegetationsdecke vermieden, daher sollte auf erodierten und erosionsgefährdeten Standorten eine schnelle Wiederbewaldung erreicht werden. In besonderen Fällen, wie der Wiederbewaldung von Dünen, kann zur sofortigen Festlegung der Böden eine Begrünung mit Gräsern, Kräutern und Sträuchern notwendig werden.

Bodenschutzwald sollte aus einer schützenden, möglichst mehrschichtigen Dauerbestockung mit standortgerechten, tief und intensiv wurzelnden Baum- und Straucharten bestehen. Um einen hohen Struktureichtum zu erreichen, sollten die Sukzession und die natürliche Verjüngung in langen Zeiträumen und die einzelstammweise Nutzung z. B. zur Förderung plenter- bis femelartigen Strukturen bevorzugt werden. Das erfordert den Verzicht auf Kahlschläge und zu starke Eingriffe, den Ausschluss der Waldweide und waldverträgliche Wildbestände.

Bodenschutzwald stellt höchste Anforderungen an pflegliche Kulturbegründungs-, Erschließungs- und Holzernteverfahren. Hierzu zählen: Ausnutzung von Schnee und Frost bei der Rückung; sorgfältig angelegte Fahr- und Maschinenwege und Rückegassen möglichst nicht in der Falllinie; wo nötig Einsatz von Seilkränen und Rückepferden beim Holzurück; kein flächiges Befahren der Bestände; Reisigauflagen zur Vermeidung von Gleisbildung und Bodenverdichtung; Begrünung von Wegeböschungen und Banketten. Die Richtlinien der Länder zur Feinerschließung, Holzurückung und zum Unternehmereinsatz und die Zertifizierungssysteme geben weitere Hinweise.

Wald auf Steil- und Geröllhängen mit Felspartien sollte mit dem vorrangigen Ziel des Bodenschutzes gepflegt werden. Dazu soll eine stammzahlreiche Dauerbestockung mit dichtem Unterstand aus Bäumen und Sträuchern angestrebt werden.

Der Vermeidung von Bodenabtrag an Ufern dient vor allem die Erhaltung und Begründung von Weich- und Hartholzauwäldern. Für die Befestigung gefährdeter Flusstalufer sind Baumarten mit intensiver und tiefer Durchwurzelung, vor allem an Prallhängen, besonders geeignet. Das Einbringen von Strauchweiden und Erlen ist eine geeignete Maßnahme zur Uferbefestigung im Hochwasserbereich. Um eine Einengung des Fließquerschnitts zu vermeiden, können die Weiden alle drei bis fünf Jahre auf den Stock gesetzt werden.

Auf labilen Standorten von Kippen, Halden und sonstigem Bergbaugelände sind Baumarten mit intensivem Wurzelwerk sowie unterschiedlicher Durchwurzelungstiefe wie Erlen und Robinien, aber auch Kiefern, Aspen, Birken, Weiden und Ebereschen, am besten dafür geeignet, den Boden zu erschließen und zu festigen. Besondere Beachtung muss der Erhaltung der Bodenvegetation und der Humusaufgabe geschenkt werden. Frühzeitig einsetzende, in kurzen Intervallen durchgeführte Bestandespflege erhöht die Bestandesstabilität. An windexponierten Standorten sollen vorwachsene, ausschlagfähige Bäume zur Vermeidung von Bodenschäden durch Windwurf auf den Stock gesetzt werden. Anfallende Bäume werden auf der Fläche belassen und quer zur Gefällrichtung abgelegt.

Unverlehnte Sandstandorte (Küsten- und Binnendünen, Sandflächen) müssen gegen Winderosion geschützt werden. Sobald es gelungen ist, die Sandwehen ggf. durch Faschinen und Strandhafer einigermaßen festzulegen, finden sich meist von selbst andere Gräser und Kräuter ein; sie können auch gepflanzt oder gesät werden. Dazu können Sträucher wie Purpurweide, Kriechweide, Liguster, Pfaffenhütchen, Sanddorn oder Wildrosen eingebracht werden. Als Waldbäume kommen dann später Kiefern (ggf. Schwarzkiefern), Weiden, Birken, Erlen, Silberpappeln und Robinien in Frage.

## 2.2.6 Neuanlage von Wald

Wald ist die Bodennutzungsform mit dem höchsten Schutz des eigenen Standorts und benachbarter Flächen. Unter Wald findet mehr oder weniger keine Erosion statt. Mit der Neuanlage von Wald auf erosionsgefährdeten Böden werden Böden nachhaltig geschützt. Besondere Bedeutung hat die Neuanlage von Wald bei Erstaufforstung erosionsgefährdeter Böden, Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften und der Rekultivierung verdichteter Böden. Die Neuanlage von Wald kann über Pflanzung als auch über Sukzession erfolgen. Auf extremen Standorten kann die Begründung einer Pionierbestockung sinnvoll sein.

Waldstreifen als Winderosionsschutz sollen so breit angelegt werden, dass diese bewirtschaftet werden können (mindestens 30 Meter).

## 2.3 Lawinenschutzwald

### 2.3.1 Allgemeines

Lawinen gehören wie Steinschlag, Rutschungen und Muren zu den alpinen Naturgefahren. Sie können große Schäden verursachen und Menschenleben gefährden. Seit langem ist bekannt, dass der Wald Schutz vor Lawinen bietet. Aus diesem Grund hat die Gemeinde Andermatt in der Schweiz (Kanton Uri) schon im Jahr 1397 einen Bannwald ausgewiesen.

Lawinen sind schnelle Massenbewegungen des Schnees mit einem Volumen von mehr 100 m<sup>3</sup> und einer Länge von mehr als 50 Metern. Kleinere Ereignisse werden als Rutsche bezeichnet (EAWS, 2011). Bei ihrer Entstehung spielt die Witterung eine bedeutende Rolle. Kalte, windige und schneereiche Tage begünstigen den Abgang von lockeren Triebsschneeanisammlungen. Milde Temperaturen rufen besonders an sonnenexponierten Flanken Nassschneelawinen hervor.

In Deutschland gibt es Lawinen im bayerischen Hochgebirge und vereinzelt im Schwarzwald. Sie entstehen vor allem in den Hochlagen oberhalb der Waldgrenze und in der Latschen- und Grünerlenregion. Aber auch in den subalpinen Fichtenwäldern und den Bergmischwäldern können Lawinen losbrechen, wenn die Wälder so stark aufgelichtet sind, dass sie keinen ausreichenden Schutz mehr bieten können.

Unter ungünstigen Umständen können sich Schneedecken schon bei Hangneigungen ab 20 Grad bewegen. Eine potentielle Lawinengefahr besteht in der Regel aber erst bei Hangneigungen ab etwa 30 Grad bis zu 55 Grad. Steilere Hänge werden durch wiederholte kleine Schneerutsche entlastet, so dass hier die Lawinengefahr gering ist (PERZL, 2005).

Die Stabilität der Schneedecke hängt neben der Hangneigung, Hangform und der Hanglänge im Wesentlichen von ihrer Mächtigkeit und Dichte und der Bodenrauigkeit ab (PERZL, 2005).

Lawinenereignisse, die Siedlungen oder Verkehrswege gefährdet haben, werden in Lawinenkatastern erfasst, um bestehende und künftige Risiken richtig einschätzen zu können. Wo Lawinenschutzwälder fehlen, sind oft technisch sehr aufwändige und kostenintensive Lawinenverbauungen zur Gefahrenabwehr notwendig.

Intakte und funktionengerecht strukturierte Wälder schützen vor Lawinen, indem sie die Entstehung labiler Schneedecken weitgehend verhindern.

### 2.3.2 Definition

Lawinenschutzwald vermindert die Gefahr von Lawinenanrissen und schützt damit Siedlungen, Verkehrswege und andere

Objekte sowie Erholungsgebiete und tiefer gelegene Wälder. Er hemmt das Schneekriechen und Schneegleiten. Zum Lawinenschutzwald gehören auch die bestockten Bereiche in Lawinengassen und Lawinenauslaufzonen.

### 2.3.3 Wirkungen

Lawinenschutzwald bewahrt Leben und menschliche Einrichtungen vor der Zerstörung. „Für das Beispiel Andermatt hat WILHELM (1997) Schadenkosten von rund 420.000 Franken pro Jahr und Hektar Bannwald errechnet, falls der Schutz des Bannwaldes nicht vorhanden wäre.“ (BEBI et al., 2004).

Wald kann einmal in Bewegung geratene Lawinen in der Regel nicht aufhalten. Lawinen, die oberhalb der Waldgrenze anbrechen, zerstören auf ihrem Weg nach unten den Wald, indem sie die Bäume entwurzeln oder abbrechen. Von Waldbäumen freie Lawinenbahnen oder das Auftreten von buschartig ausgebildeten Bäumen zeigen frühere Lawinenereignisse an. Eine bremsende Wirkung von Waldbäumen ist, soweit sie überhaupt eine Rolle spielt, eher auf die Rand- und Auslaufgebiete der Lawinen begrenzt (MARGRETH, 2004).

Geschlossene und zu einem großen Anteil aus immergrünen Nadelhölzern zusammengesetzte Waldbestände verhindern in potentiellen Anrissgebieten die Entstehung von Lawinen. Eine möglichst hohe Stammzahl (PERZL, 2005) festigt die Schneedecke. Entscheidend ist aber die Interzeption. Ein Teil des Schnees bleibt in den Kronen hängen, verdunstet dort, schmilzt bei Tauwetter oder fällt in Klumpen zu Boden. Dies bewirkt, dass die Schneedecken in immergrünen Nadelbeständen niedriger, stärker strukturiert und damit stabiler sind (MARGRETH, 2004; FREHNER et al., 2005).

Reine Laubwälder, vor allem Buchenwälder, sind für den Lawinenschutz weniger geeignet, weil hier die Interzeption wesentlich geringer ist als im immergrünen Nadelwald. Daher gelangt mehr Schnee auf den Boden und die Schneedecke ist weniger strukturiert und damit labiler. Die Laubstreu bildet unter Schnee rutschige Polster, die vor allem bei Durchfeuchtung in der Schneeschmelze den Lawinenanriss begünstigen (PERZL, 2006). Dies gilt besonders für vergraste Bestände ohne ausreichende Verjüngung. In der Auslaufzone von Lawinen können Laubhölzer dagegen vorteilhaft sein, weil sie im Gegensatz zu Nadelhölzern eher gebrochen als entwurzelt werden und nach dem Ereignis wieder aus dem Stock ausschlagen (PERZL, 2006).

Reine Lärchenbestände tragen wegen ihrer geringeren Interzeption ebenfalls weniger als immergrüne Nadelhölzer zum Lawinenschutz bei. Unter Lärchen bilden sich zudem häufig Grasfilze, die das Abrutschen von Schnee begünstigen (FREHNER et al., 2005).

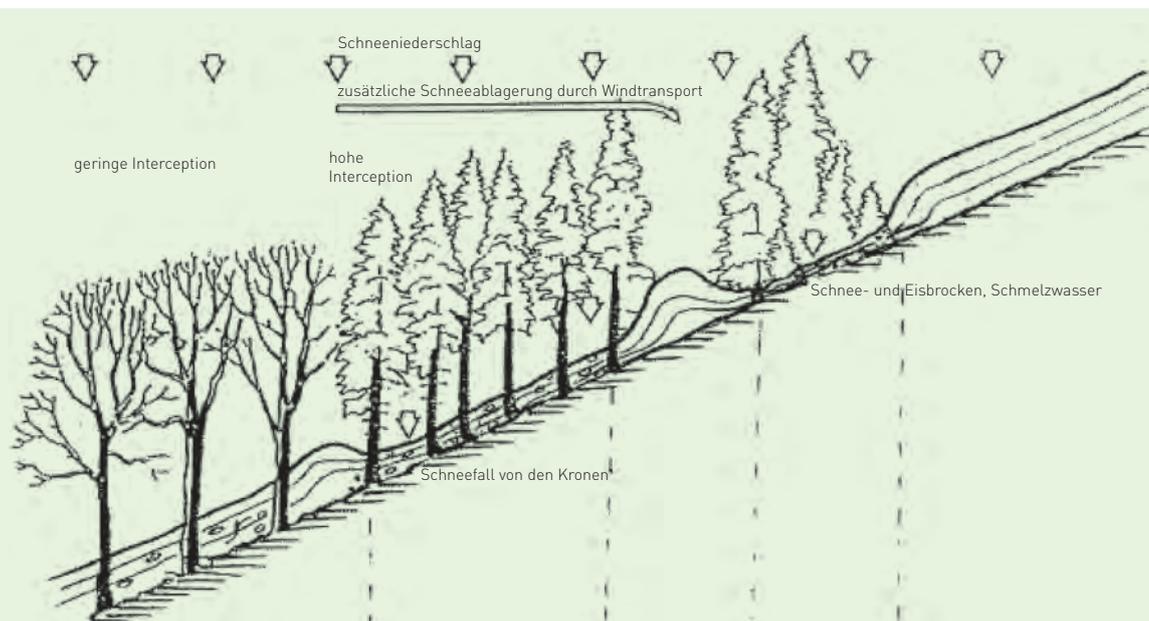
Niedrige Bäume (z. B. Latschen, Grünerlen) halten dem Schneedruck nicht Stand und können wegen ihrer flexiblen

Äste die Lawinengefahr sogar verstärken. Erst Bäume, die die Schneehöhe mindestens um das Doppelte überragen, sind wirksam (FREHNER et al., 2005).

Für den Lawenschutz leistet eine funktionengerechte Bestockung mit einem hohen Anteil aus immergrünen Nadelhölzern den wesentlichen Beitrag (vgl. Tabellen 2 und 3). Dabei ist zu beachten, dass gestufte Mischbestände weniger anfällig für großflächige Schadereignisse sind und deswegen auch langfristig den Lawenschutz besser gewährleisten können. Aber auch Wurzelstöcke und liegendes Totholz erhöhen die Bodenrauigkeit und festigen damit die Schneedecke. Daher kann es nach Betrachtung aller Risi-

ken, insbesondere des Waldschuttrisikos (z. B. Borkenkäferbefall), sinnvoll sein, Windwürfe in Lawenschutzwäldern nicht aufzuarbeiten (SCHWITTER, 2002; FREHNER et al., 2005).

Weil im Wald das Klima ausgeglichener ist als im Freiland, bilden sich seltener destabilisierende Reifschichten auf den Schneeoberflächen. Diese begünstigen im Freiland das Abgleiten neu hinzukommender Schneeschichten. Wegen geringerer Windgeschwindigkeiten im geschlossenen Wald sind dort auch labile Triebsschneeansammlungen seltener als im Freiland oder in größeren Bestandslücken, wo sie häufig Lawinen auslösen (MARGRETH, 2004).



Schneeprofile	geringe Inhomogenität durch Blätter, Zweige, Schneebröcken	hohe Inhomogenität durch Schnee/Eisbröcken, Nadeln, Zweige, Äste, Schmelzwasser	zusätzliche Schneeeablage	Hohe Stammzahl Nadelwald	ungestörter Schneedeckenaufbau [evtl. zwischengelagerte Reifschichten]
Waldaufbau	Laubwald Schneerutsch fördernde Laubstreu	Nadelwald einschichtig geschlossen	Blösse	Rottenstruktur gut geschlossen hohe Stufigkeit!	Freiland
Schneehöhe	90 – 100%	70%	120%	70%	100%

(Ammer 1986, verändert nach Meyer-Grass & Imbeck, 1985) [BAYER. STAATSFORTSTVERWALTUNG, 1990]

Abbildung 1: Auswirkungen des Waldaufbaus auf die Ausbildung der Schneedecke

<b>Beschirmungsgrad</b>	Über 0,7; dicht bis sehr dicht, Kronen überwiegend verzahnt bis Kronen berühren sich.
<b>Baumarten</b>	Anteil von Laubholz oder Lärche max. 30 %
<b>Schichtung</b>	Mehrschichtiger Bestandesaufbau mit dichter Verjüngung
<b>Räumliche Anordnung</b>	Bei ein- bis zweischichtigen Beständen keine Lücken. Bei mehrschichtiger Bestockung Stabilisierung von Lücken durch Waldverjüngung.

Tabelle 2: Das „Handbuch zur Sanierung von Schutzwäldern im bayerischen Alpenraum“. Mössmer et al. (1997) nennt folgende Merkmale für einen hohen Schutzgrad von Wald gegenüber Schneebewegungen (verkürzt).

Entstehungsgebiet	Potentieller Beitrag des Waldes	Minimale Anforderungen	Anforderungen im Idealfall
Subalpine und hochmontane Nadelwälder	Groß in immergrünen Nadelwäldern ab 35° Hangneigung	Lückenzlänge in Falllinie in Abhängigkeit von der Hangneigung: Bei > 35° kleiner 50 m Bei > 40° kleiner 40 m Bei > 45° kleiner 30 m Falls Lückenzlänge größer, muss Lückenbreite geringer als 15 m sein.	Lückenzlänge in Falllinie in Abhängigkeit von der Hangneigung: Bei > 35° kleiner 40 m Bei > 40° kleiner 30 m Bei > 45° kleiner 25 m Falls Lückenzlänge größer, muss Lückenbreite geringer als 15 m sein
Ober- und untermontane Laub- und Mischwälder	Mittel ab 35° Hangneigung	Lückenzlänge in Falllinie in Abhängigkeit von der Hangneigung: Bei > 35° kleiner 50 m Bei > 40° kleiner 40 m Bei > 45° kleiner 30 m Falls Lückenzlänge größer, muss Lückenbreite geringer als 5 m sein.	Lückenzlänge in Falllinie in Abhängigkeit von der Hangneigung: Bei > 35° kleiner 40 m Bei > 40° kleiner 30 m Bei > 45° kleiner 25 m Falls Lückenzlänge größer, muss Lückenbreite geringer als 5 m sein.

Deckungsgrad muss über 50 % liegen. Lücken von Kronenrand zu Kronenrand gemessen.

Tabelle 3: Anforderungsprofil von Wald an den Lawinenschutz (vereinfacht nach FREHNER et al., 2005, NAIS Anhang 1)

## 2.3.4 Abgrenzung

### 2.3.4.1 Lawinenschutzwald mit gesetzlicher Rechtsbindung

Bayern: Wälder, die vor Lawinen schützen, sind Schutzwälder im Sinne des Art. 10 Absatz 1 Bayerisches Waldgesetz. Sie sind in Schutzwaldverzeichnissen dokumentiert.

Baden-Württemberg: Wald zum Schutz vor Lawinen kann nach § 31 Waldgesetz für Baden-Württemberg durch Rechtsverordnung zu Schutzwald erklärt werden.

### 2.3.4.2 Lawinenschutzwald entsprechend Waldfunktionskartierung

Für die Waldfunktionskartierung gelten bei der Abgrenzung folgende Kriterien:

Lawinenschutzwälder sind vor allem Wälder in potentiellen Lawinanrissgebieten. Das sind Hänge mit einer Neigung zwischen 30 und 55 Grad in den schneereichen Lagen der Gebirge (Alpen und örtlich im Schwarzwald). Miterfasst werden die bestockten Partien in den Lawinengassen, Randbereichen und Auslaufzonen von Lawinenbahnen. Berücksichtigung finden auch die Lawinenkataster und Hinweise der Fachbehörden.

## 2.3.5 Behandlungsgrundsätze

- Standortgerechte Mischbestände bei einem möglichst hohen Anteil immergrüner Nadelbäume in stabilen Strukturen (z. B. Rotten) erhalten und wo nötig fördern,
- den Anteil der stabilen und standortheimischen Weißtanne in den Bergmischwäldern mindestens halten und wo möglich ausbauen,

- langfristige und möglichst natürliche Verjüngung in kleinflächig wechselnden Strukturen von Gruppen- bis Femelgröße anstreben,
- größere Lücken und lichte Schutzwälder zügig verjüngen und Jungpflanzen wo nötig durch technische Verbauungen vor Schneekriechen und -gleiten schützen,
- keine großflächigen Auflichtungen oder Kahlschläge,
- bei Hiebsmaßnahmen möglichst hohe Stöcke und Totholz belassen, um die Bodenrauigkeit zu erhöhen und die Verjüngung auf Moderholz zu ermöglichen,
- konsequenter Waldschutz gegen die Borkenkäfer der Fichte,
- den Bedürfnissen der Waldverjüngung angepasste Wildbestände nachdrücklich anstreben.

(tw. nach WALENTOWSKI et al., 2006)

## 2.3.6 Neuanlage von Wald

Nicht oder nur licht bestockte Bereiche in Lawinanrissgebieten werden in Bayern im Rahmen der Schutzwaldsanierung aufgeforstet. Dabei können im Einzelfall technische Verbauungen notwendig sein. Querlieger, Schwellen und Dreibeinblöcke schützen junge Pflanzen, die sonst durch Schneekriechen und Schneegleiten herausgerissen oder verformt würden. Temporäre Lawinenschutzverbauungen (Rundholzschneerechen) verhindern Lawinen, bis der Wald selbst nach 30 bis 50 Jahren den Schutz übernehmen kann. Wegen der hohen Kosten kommen solche Maßnahmen in erster Linie dort in Betracht, wo Siedlungen, Verkehrswege und wichtige Schutzwälder gefährdet sind (MÖSSMER et al., 1997).

## 2.4 Küstenschutzwald

### 2.4.1 Allgemeines

Die Küsten von Nord- und Ostsee sind besonders dynamische Grenzsäume zwischen Land und Meer. Sie bedürfen – genau wie das angrenzende Hinterland – des Schutzes vor Sturm, Uferabtrag und Hochwassern. Wälder können einen wesentlichen Beitrag zum Küstenschutz leisten. Vor dem Hintergrund des mit dem Klimawandel erwarteten Anstiegs des Meeresspiegels (Prognosewert Ostsee: + 20 bis + 30 cm bis 2100 nach dem Modell KlimaMORO) und einer Häufung von Extremwetterlagen mit Sturmflutereignissen ist davon auszugehen, dass Aspekte des Küstenschutzes zukünftig noch an Bedeutung gewinnen werden.

Die Küstenschutzfunktion von Wäldern kann als eine besondere Form des Bodenschutzes angesehen werden. Die im Kapitel Bodenschutzwald formulierten Aussagen zu Wirkungen, Funktionen und Behandlungsgrundsätzen treffen daher generell auch auf den Küstenschutzwald zu. Nachfolgend soll deshalb nur auf die Besonderheiten des Küstenschutzwaldes – teilweise extreme Windeinwirkungen, Salzeinträge und die Gefahr von Sturmfluten – eingegangen werden.

Der Aufbau der Außenküsten ist von Natur aus durch einen Wechsel von Steil- und Flachküsten geprägt. Im küstendynamischen Prozess bilden die Steilküsten das Gerüstelement. Dort werden große Mengen an Material abgetragen und letztendlich in Richtung der Flachküsten transportiert. Flachküsten profitieren also wesentlich von der Sedimentschüttung der benachbarten Steilküsten; sie können in einigen Abschnitten sogar einen positiven Sedimenthaushalt aufweisen. Typisch für Flachküsten mit Neulandbildung ist die Entstehung von Haken und Nehrungen.

So vielgestaltig wie die Küsten sind auch die küstennahen Wälder. An den Steilküsten der Ostsee sind Wälder in der Regel natürlich gewachsen und erst im Laufe der Zeit durch Abbrüche direkt an die Küste gerückt. Die Wälder an Flachküsten hingegen wurden in überflutungsgefährdeten Bereichen häufig zur Festlegung von Dünen oder zum Schutz der Deiche künstlich angelegt. In den durch Sedimentanlandung neu entstandenen Flachküstenbereichen bilden sich oft auch Küstenwälder durch natürliche Sukzession.

### 2.4.2 Definition

Küstenschutzwald schützt den unmittelbaren Küstenbereich vor den Auswirkungen von Wasser- und Winderosion, Bodenrutschungen, Bodenverwehungen, Aushagerung oder Salzeintrag. Er verbessert das Mikroklima und vermindert im Hinterland Schäden auf landwirtschaftlichen Flächen und in den Siedlungsbereichen.

### 2.4.3 Wirkungen

Positive Effekte der Bewaldung für den Küstenschutz ergeben sich insbesondere aus der tiefen und intensiven Durchwurzelung durch Bäume und Sträucher und der damit verbundenen mechanischen Festigung des Bodens. Der Abtrag von Boden durch Wind, Regen und Hochwasser wird vermindert. Die Bewaldung von Rohböden führt zur Anreicherung mit Streu und Humus und zur Ansiedlung weiterer Pflanzenarten, die dann ebenfalls zur Festigung des Bodens beitragen.

Küstenschutzwälder vermindern in nachgelagerten Feldkulturen Windschäden und Ertragsdepressionen. Sie tragen zur Verbesserung des Lokalklimas im Küstensaum bei. Gleichzeitig sichern sie – soweit dies mit den Anforderungen des Küstenschutzes vereinbar ist – bedeutende Erholungsfunktionen: Küstenschutzwälder haben häufig einen hohen ästhetischen Wert, sie bieten Schutz vor starken Seewinden und spenden Schatten.

Eine besondere Küstenschutzwirkung ist gefordert, wenn Wälder als Form ingenieurbioologischer Bauweise direkter Bestandteil von Küstenschutzanlagen sind. Küstenschutzanlagen werden für solche Küstenbereiche errichtet, an denen Siedlungen und Verkehrswege durch Sturmfluten und Küstenrückgang konkret gefährdet sind. Im Bereich zwischen der Außenküstenlinie und dem Deich tragen Waldflächen im Sturmflutfall als dämpfendes Element zum Schutz der Deichanlagen bei, indem die Wellenbelastung vermindert wird. Dies gilt in Abhängigkeit vom Waldaufbau insbesondere bei Waldstreifen über 30 m Breite. Um die Erfüllung der Schutzfunktion für Deichanlagen optimal zu gewährleisten empfiehlt WEISS (1992) eine Mindestbreite der Küstenschutzwaldstreifen von 75 – 100 m.

### 2.4.4 Abgrenzung

Eine Funktion für den Küstenschutz kann für alle küstennahen Wälder abgeleitet werden, unabhängig vom rechtlichen Status, von der Art der Entstehung sowie von der jeweiligen Küstenform. Im Rahmen der Waldfunktionenkartierung sind daher alle Waldflächen zu erfassen, die sich in einem Abstand von 300 m zur Mittelwasserlinie an Küstengewässern befinden.

Darüber hinaus können bei fehlender Bewaldung direkt am Küstensaum weitere Waldflächen als Küstenschutzwald kartiert werden, wenn sie die Schutzfunktion erfüllen und einen Abstand von höchstens 500 m zur Mittelwasserlinie aufweisen.

Küstenschutzwald kann als Bestandteil von Küstenschutzanlagen nach Maßgabe der Wassergesetze der Länder einen förmlich festgesetzten Schutzstatus aufweisen. In Mecklenburg-Vorpommern gelten z. B. die auf Grundlage des DDR-Wasserrechts ausgewiesenen Küstenschutzgebiete fort.

#### 2.4.4.1 Behandlungsgrundsätze

Bei forstwirtschaftlichen Maßnahmen im Bereich von Küstenschutzwäldern sind die rechtlichen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. So sind Steilküsten und Küstendünen gesetzlich geschützte Biotope nach § 30 Bundesnaturschutzgesetz.

Daneben existieren spezielle Regelungen in den betreffenden Bundesländern.

##### **Beispiel Mecklenburg-Vorpommern:**

§ 87 Abs. 3 Landeswassergesetz Mecklenburg-Vorpommern: Verbot von wesentlicher Veränderung, Beseitigung und Beschädigung des schützenden Bewuchses auf den durch Küstenschutzanlagen gesicherten Steilufern und innerhalb eines Bereiches von 50 m landwärts der Böschungsoberkante.

§ 13 Abs. 3 Landeswaldgesetz Mecklenburg-Vorpommern: Kahlhiebe im Wald, der sich in einem Abstand von bis zu 300 Metern zur Mittelwasserlinie an Küstengewässern befindet, bedürfen der vorherigen Genehmigung der Forstbehörde.

Für die Erfüllung der Küstenschutzfunktion ist der Waldaufbau von entscheidender Bedeutung. Standortangepasste, naturnah aufgebaute Wälder weisen meist die erforderliche hohe Stabilität auf. In Küstenschutzwäldern sollte eine strukturreiche Dauerbestockung angestrebt werden. Die Wahrung bzw. Verbesserung der Schutzfunktion steht im Küstenschutzwald im Vordergrund. Wirtschaftliche Aspekte der Holznutzung treten dahinter zurück. Pflegeeingriffe sowie Nutzungen sollten einzelstammweise bis femelartig erfolgen. Kahlschläge sind im Küstenschutzwald zu vermeiden. Insbesondere an Steilküsten kann auch eine niederwaldartige Bewirtschaftung der Waldbestände im Stockausschlagbetrieb sinnvoll sein, um Bodenrutschungen zu verhindern. Dabei sollte jedoch niemals der Schutzwaldstreifen auf kompletter Breite auf den Stock gesetzt werden.

Besondere Behandlungsgrundsätze gelten für Küstenschutzwälder, die Schutzfunktionen für landeinwärts befindliche Deichanlagen erfüllen sollen. Um im Falle einer Sturmflut die Wellenenergie effektiv zu vermindern, ist ein gleichmäßig verteilter, horizontal und vertikal dichter Bewuchs aus elastischen Baum- und Straucharten anzustreben, der einen möglichst großen Reibungswiderstand auf kleiner Fläche gewährleistet (WEISS, 1992; BENCARD, o. J.; HELLER & HARTIG, 2013).

Geeignete Gehölze für die Anlage von Küstenschutzwald sind Arten, die an die im Küstenbereich vorherrschenden Standortbedingungen angepasst sind bzw. diese tolerieren. Die wesentlichen Eigenschaften sind:

- Windhärte (insbesondere der seeseitige Waldrand soll den Windschutz des Bestandes übernehmen)
- Elastizität (anhaltender Widerstand gegen durchlaufende Wellen im Überflutungsfall)
- Toleranz gegenüber Salzwasser und Übersandung
- Intensive Durchwurzelung des Oberbodens
- Hohes Regenerationsvermögen (Bildung von Stockausschlag bzw. Wurzelbrut)

In Abhängigkeit von den standörtlichen Bedingungen sowie der konkreten Funktion des Küstenschutzwaldes (naturnaher Küstenwald oder Deichschutzanlage) können folgende Baum- und Straucharten empfohlen werden:

Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*), Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*), Weiß-Erle (*Alnus incana*), Sand-Birke (*Betula pendula*), Stiel-Eiche (*Quercus robur*), Trauben-Eiche (*Quercus petraea*), Reif-Weide (*Salix daphnoides*), Sal-Weide (*Salix caprea*), Aspe (*Populus tremula*), Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Silber-Pappel (*Populus alba*), Spitz-Ahorn (*Acer platanoides*), Feldahorn (*Acer campestre*), Eberesche (*Sorbus aucuparia*), Sanddorn (*Hippophae rhamnoides*), Hecken-Rose (*Rosa canina*), Kreuzdorn (*Rhamnus cathartica*), Gewöhnliche Traubenkirsche (*Padus avium*), Weißdorn (*Crataegus monogyna*) und Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*).

## 2.5 Klimaschutzwald

### 2.5.1 Allgemeines

Wälder erfüllen auf globaler Ebene zwei bedeutende Klimafunktionen: Erstens zählen sie zu den wichtigsten Kohlenstoffspeichern und haben das Potenzial zur Kohlendioxid-Senke, wenn sie im Zuge einer Erhöhung des Biomassevorrats mehr CO<sub>2</sub> aufnehmen als sie veratmen. Allerdings können Wälder auch zu CO<sub>2</sub>-Quellen werden, wenn die Holzverluste (z.B. infolge von Stürmen oder Kalamitäten) den Holzzuwachs übertreffen (BAFU, 2006). Zweitens wirken Wälder aufgrund ihrer Verdunstung und durch die Schattenbildung abkühlend. Vor allem große zusammenhängende Waldflächen prägen somit das Klima erheblich mit (LATIF, 2009). Durch eine nachhaltige, auf Walderhaltung ausgerichtete Wirtschaftsweise werden diese Funktionen erhalten.

Die fortschreitende Expansion von Ballungszentren und die zunehmende Urbanisierung erfordern die Schaffung bzw. Er-

haltung von Wald als Ausgleichsfaktor zur Verbesserung des Stadtklimas. Weiterhin werben Kur- und Erholungsorte mit klimatischen Vorzügen und Besonderheiten, die häufig nicht zuletzt maßgeblich durch die Existenz von Wäldern beeinflusst werden.

In der Waldfunktionenkartierung werden unter der Klimaschutzfunktion somit ausschließlich die positiven Wirkungen des Waldes für das lokale und regionale Klima betrachtet.

### 2.5.2 Definition

Wald mit lokaler Klimaschutzfunktion schützt Siedlungen, Kur-, Heil- und Freizeiteinrichtungen sowie Erholungsbereiche, landwirtschaftliche Nutzflächen und Sonderkulturen vor Kaltluftschäden und nachteiligen Windeinwirkungen. Er schafft Ausgleich von Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsextremen.

Wald mit regionaler Klimaschutzfunktion schützt und verbessert das Klima in Verdichtungsräumen durch Luftaustausch.

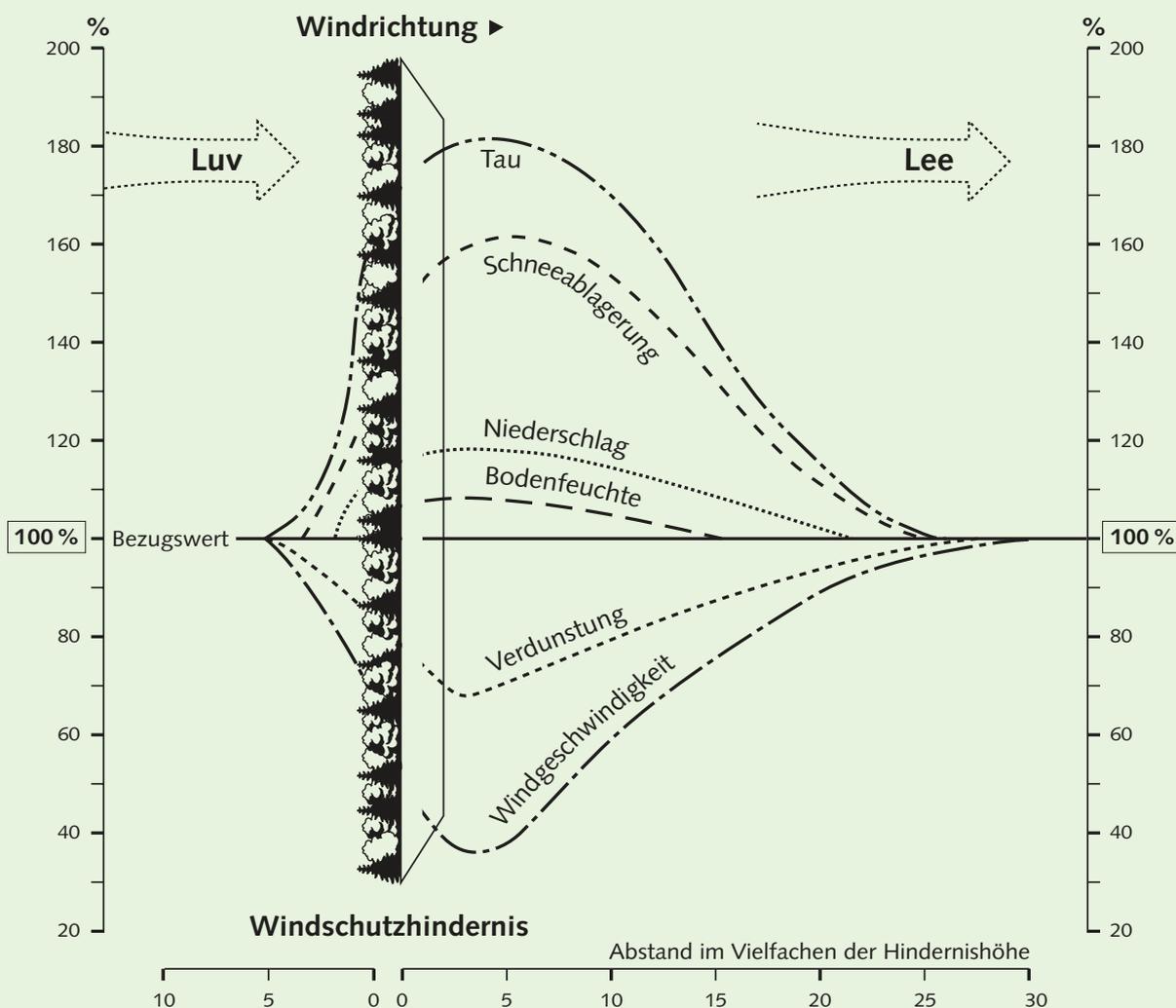


Abbildung 2: Reichweite und Wirkungen einer Windschutzpflanzung (ARBEITSGRUPPE LANDESPFLEGE, 1982)

## 2.5.3 Wirkungen

Der vielschichtige, vertikale Aufbau des Kronenraums erzeugt im Wald eine klimatisch wirksame Oberfläche, die ein Vielfaches der unmittelbar überdeckten Bodenoberfläche beträgt. Dies bedingt die gegenüber dem Freiland unterschiedlichen Strahlungs-, Licht-, Temperatur-, Feuchte- und Windverhältnisse, die insgesamt das Besondere des Waldklimas auszeichnen (VAN EIMMERN & HACKEL, 1984).

Wald verhindert die Entstehung und den Abfluss von Kaltluft und schützt insbesondere im geneigten Gelände nachgelagerte Flächen vor schädlichen Frosteinwirkungen.

Wald schützt nachgelagerte Flächen vor Windeinwirkung. Dies kann bis zu einem Abstand, der dem 25-fachen der Höhe des Waldbestandes entspricht, nachgewiesen werden (MITSCHERLICH, 1978; FLEMMING, 1994).

Wald beeinflusst die Luftfeuchte und Temperatur unmittelbar angrenzender Flächen positiv und schafft ein besseres Klima; allerdings ist diese Wirkung nicht so weitreichend wie die Windabschwächung. Dennoch ist dieser Einfluss bei größeren Waldflächen in Windrichtung bis zu 400 m belegt (TYRVÄINEN et al., 2005).

## 2.5.4 Abgrenzung

### 2.5.4.1 Klimaschutzwald ohne Rechtsbindung

Lokaler Klimaschutzwald kann im Anhalt an das Relief dort ausgeschieden werden, wo er unerwünschte Wind-, Kaltluft-, Temperatur- und Feuchtigkeitswirkungen vermindert oder erwünschte Wirkungen erzeugt (z. B. Wald auf Steilhängen, Plateaurandlagen).

Reliefunabhängig kann lokaler Klimaschutzwald dort ausgeschieden werden, wo die zu schützenden Objekte bzw. Bereiche ein besonderes Klima behalten sollen. Die Flächenabgrenzung ist gutachterlich vorzunehmen.

Kartiert werden Waldflächen in direkter Nachbarschaft von Wohngebieten und Erholungsanlagen sowie von landwirtschaftlichen Sonderkulturen (z. B. frostempfindliche Gemüseanbau- oder Weinbauflächen). Ebenso kann Wald in der unmittelbaren Umgebung eines anerkannten Kur-, Heil- und Erholungsortes als Klimaschutzwald ausgeschieden werden. Auch bei Ver- und Entsorgungseinrichtungen (z. B. Deponien) kann Wald durch Ausgleich von Temperatur und Luftfeuchte die Gefahr der Selbstentzündung und Überhitzung abmildern.

Regionaler Klimaschutzwald kann im Umfeld von Verdichtungsräumen gutachtlich im Anhalt an die Größe des Verdichtungsraumes sowie die Lage und Ausdehnung der Waldgebiete ausgeschieden werden. Bei der Abgrenzung sind zusätzlich das Relief und die Hauptwindrichtung zu berücksichtigen.

### 2.5.4.2 Klimaschutzwald mit Rechtsbindung

Klimaschutzwald kann in mehreren Bundesländern als Schutzwald oder Bannwald nach landesrechtlichen Vorschriften festgesetzt werden. Bisher wurde von der Möglichkeit nur im Zusammenhang mit weiteren Funktionen (z. B. Lärm-, Sicht-, Immissionsschutz) Gebrauch gemacht.

## 2.5.5 Behandlungshinweise

Lokaler Klimaschutzwald erfüllt seine Schutzfunktion im Allgemeinen dann am besten, wenn er sich aus dauerbestockten, hohen und geschlossenen Waldbeständen zusammensetzt. Spezielle Wirkungen hingegen, z. B. Windschutz, werden eher durch gestufte, aber noch durchlässige Bestände erzielt, da zu dichter Wald nachteilige Turbulenzen erzeugt.

Soll Wald die Entstehung von Kaltluft hemmen oder deren Abfluss unterbinden, so ist auf den Erhalt einer ausreichenden Tiefe zu achten, da ansonsten die angestaute Kaltluft durch Überfallwinde dennoch in die zu schützenden Flächen transportiert werden kann (VAN EIMMERN & HACKEL, 1984).

Beispielsweise können in der Nähe von Kureinrichtungen spezielle Anforderungen hinsichtlich der Baumartenwahl bestehen (z. B. Minderung von allergenen Belastungen durch Pollen).

Im regionalen Klimaschutzwald steht die Walderhaltung im Vordergrund, eine ordnungsgemäße Bewirtschaftung ist in der Regel funktionengerecht.

## 2.5.6. Neuanlage von Wald

Grundsätzlich ist eine Waldmehrung auch unter dem Aspekt des Klimaschutzes sehr wünschenswert. Damit der Wald diese Funktion erfüllen kann, ist in Abhängigkeit vom Schutzobjekt eine Mindestfläche erforderlich.

Es kann die Notwendigkeit bestehen, bestimmte Bereiche von der Erstaufforstung auszuschließen. Dies gilt z. B. für Standorte, bei denen die Neuanlage von Wald im Einzelfall einen unerwünschten Kaltluftstau erzeugen würde oder für Frischluftschneisen, die den Austausch von Luftmassen bewirken.

## 2.6 Immissionsschutzwald

### 2.6.1 Allgemeines

Bedingt durch die gesellschaftliche, wirtschaftliche und industrielle Entwicklung kommt es zu vielgestaltig auftretenden Immissionen, die die Luftqualität insgesamt beeinträchtigen. Der Wald ist aufgrund seiner Filterwirkung in der Lage, der Luft Schadstoffe zu entziehen und so den Menschen bzw. andere Schutzgüter vor nachteiligen Wirkungen zu schützen. Gleichzeitig können diese Immissionen zu nachhaltigen Schädigungen an Wald und Boden führen. Die Forstwirtschaft selbst kann nur örtlich sehr begrenzt und nur vorübergehend durch entsprechende Bewirtschaftungs- und Anpassungsmaßnahmen versuchen, die Schäden hinauszuzögern und möglichst gering zu halten. Die Luftreinhaltung und die hierzu notwendige Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen bleibt eine vorrangig gesamtgesellschaftliche Aufgabe.

Der Lärm als eine spezielle Form der Immission wird im Kapitel 2.7 „Lärmschutzwald“ behandelt.

### 2.6.2 Definition

Wald mit Immissionsschutzfunktion mindert schädliche oder belastende Einwirkungen, besonders durch Stäube, Aerosole und Gase. Er schützt damit Wohn-, Arbeits- und Erholungsbereiche, land- und forstwirtschaftliche Flächen sowie andere schutzbedürftige Objekte vor nachteiligen Wirkungen dieser Immissionen (STAATSBETRIEB SACHSENFORST, 2010).

Lokaler Immissionsschutzwald ist definiert durch seine Lage zwischen Emittenten und einem zu schützenden Bereich.

Regionaler Immissionsschutzwald ist gekennzeichnet durch seine Lage in belasteten Gebieten mit Immissionen, die sich keinem konkreten Emittenten zuordnen lassen und für die menschliche Gesundheit geltende Grenzwerte überschreiten. Von Bedeutung sind Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Feinstaub und Ozon.

### 2.6.3 Wirkungen

Die Immissionsschutzwirkung von Wald beruht auf dem Vermögen der Bäume, die in der Atmosphäre enthaltene gas-, staubförmige und gelöste „Wirkstoffe“ herauszufiltern. Dadurch wird die Luftqualität für die nachgelagerten Bereiche (z. B. Siedlungen, Erholungsgebiete, land- und forstwirtschaftliche Nutzflächen) verbessert.

Wälder wirken auf Grund ihrer strukturbedingten großen Rauigkeit und ihrer oft exponierten Lage (Höhenlage, Relief) als effektiver Filter für Luftverunreinigungen. Trockene gas- und staubförmige Luftinhaltsstoffe sowie im Regen oder Nebel gelöste Elemente werden in die Stoffkreisläufe der Waldökosysteme eingeschleust. Die Einträge (Depositionen) in Waldbestände übertreffen die Freilandeinträge, abhängig

von Baumart und Bestandesstruktur, um durchschnittlich das 1,5- bis 3-fache (BMELF, 1997); besonders effektiv filtern stufig aufgebaute immergrüne Nadelbaumbestände.

Bei Überschreitung von kritischen Schadstoffkonzentrationen in der Luft (Critical Level) werden die Bäume auf dem direkten Luftpfad physiologisch geschwächt bzw. geschädigt. Die Einträge in die Waldböden führen bei Überschreitung der kritischen Frachten (Critical Loads) zu langfristigen Veränderungen und Schäden an Humus und Boden (z. B. Bodenversauerung, Tonmineralzerstörung, Nährstoffverarmung oder -anreicherung, Schwermetallmobilisierung) sowie der Bestockung (z. B. Ernährungsmängel oder -ungleichgewichte, Frostgefährdung, Vitalitätsverluste) (BMELF, 1997). Langfristig kann das zur Minderung oder gar Aufhebung der Schutzfunktion durch Auflösung der Bestandesstruktur führen.

### 2.6.4 Abgrenzung

#### 2.6.4.1 Lokaler Immissionsschutzwald ohne Rechtsbindung

Voraussetzung für die Kartierung ist das Vorhandensein eines Emittenten (z. B. Industrie-, Gewerbegebiet, Abbaustätte oberflächennaher Rohstoffe, Deponie) und eines schützenswerten Objektes (insbesondere Arbeits-, Wohn-, Erholungsbereich, wertvolles Biotop). Die Abgrenzung erfolgt nach Schutzabständen um den Emittenten. Als Hilfsmittel kann der Abstandserlass des Landes Nordrhein-Westfalen verwendet werden, der normierte Abstände ausweist, die, nach Anlagen-/Betriebsarten gegliedert, in der Bauleitplanung dem Schutz der Nachbarschaft vor unzumutbaren Belastungen dienen („Immissionsschutz in der Bauleitplanung“, MUNLV, 2007). Dieser Erlass beinhaltet Abstandsfestlegungen für über 200 Anlagenarten in 7 Abstandsklassen von 1500 bis 100 m. Bei der Abgrenzung von lokalem Immissionsschutzwald wird empfohlen, sich auf genehmigungsbedürftige Anlagen nach Immissionsschutzrecht (4. BImSchV) zu beschränken. Wald, der innerhalb dieser Schutzabstände liegt, übt eine Immissionsschutzfunktion aus, wenn er sich in direkter Verbindung zwischen Emittent und zu schützendem Objekt befindet. Die Abgrenzung ist ggf. den örtlichen Ausbreitungsbedingungen (Orografie, Hauptwindrichtung usw.) anzupassen. Überlagern sich Emissionen mehrerer Anlagen, ist für die Bemessung des Schutzabstandes die Anlage maßgebend, die den weitesten Schutzabstand erfordert.

Lokaler Immissionsschutzwald dient der Verminderung nachteiliger Auswirkungen von stofflichen Emissionen und Geruchsbelastungen; er schützt aber nicht vor Lärm (siehe Kapitel 2.7) sowie Belastungen durch elektromagnetische Strahlung. Dementsprechend sind die relevanten Emittenten aus dem Abstandserlass auszuwählen. Nicht im Erlass genannte Anlagentypen sind, ihrer Emissionsart und -intensität entsprechend, gutachtlich einzuordnen. In Tabelle 4 sind für jede Abstandsklasse einige der für die Waldfunktionskartierung bedeutsamen Anlagentypen aufgeführt.

Abstands- klasse	Abstand [m]	Anlagen-/Betriebsart (Beispiele)
I	1.500	Kraftwerke mit Feuerungsanlagen für den Einsatz von Brennstoffen, soweit die Feuerungswärmeleistung 900 MW übersteigt; ...
II	1.000	Anlagen zur Herstellung von Holzspanplatten, Holzfasernplatten oder Holzfasermatten; Anlagen zur Herstellung von Ausgangsstoffen für Pflanzenschutzmittel und von Bioziden; ...
III	700	Anlagen zur Herstellung von Zementklinker oder Zementen; Anlagen zur fabrikmäßigen Herstellung von Säuren, Basen, Salzen; ...
IV	500	Anlagen zur Herstellung von Glas oder Glasfasern auch soweit aus Altglas hergestellt; Anlagen zur Herstellung von Schmierstoffen wie Schmieröle, Schmierfette, Metallbearbeitungsöle; ...
V	300	Steinbrüche, in denen Sprengstoffe verwendet werden; Anlagen zur fabrikmäßigen Herstellung von Tierfutter durch Erwärmen der Bestandteile tierischer Herkunft; ...
VI	200	Anlagen zum Trocknen von Braumalz (Malzdarren) mit einer Produktionsleistung von weniger als 300 Tonnen Darrmalz je Tag als Vierteljahresdurchschnittswert; ...
VII	100	Kleintierkrematorien; Anlagen zur Behandlung von Altautos mit einer Durchsatzleistung von fünf Altautos oder mehr je Woche; ...

Tabelle 4: Beispiele für genehmigungsbedürftige Anlagen und Abstandsklassen nach dem Abstandserlass für das Land Nordrhein-Westfalen (MUNLV, 2007)

Komponente	Kenngröße	Einheit	Grenzwert (zulässige Überschreitungshäufigkeit pro Jahr)	Bemerkungen
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) <sup>3)</sup>	1-h-Wert	µg/m <sup>3</sup>	350 (24-mal)	<sup>1)</sup>
	24-h-Wert	µg/m <sup>3</sup>	125 (3-mal)	<sup>1)</sup>
Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	1-h-Wert	µg/m <sup>3</sup>	200 (18-mal)	
	Jahresmittel	µg/m <sup>3</sup>	40	<sup>1)</sup>
Feinstaub – PM10	24-h-Wert	µg/m <sup>3</sup>	50 (35-mal)	<sup>1)</sup>
	Jahresmittel	µg/m <sup>3</sup>	40	<sup>1)</sup>
Feinstaub – PM2,5	Jahresmittel	µg/m <sup>3</sup>	25	<sup>2)</sup>

Tabelle 5: Grenzwerte für Luftschadstoffe (nach BImSchV). Stickstoffoxide: NO + NO<sub>2</sub> (als NO<sub>2</sub>); PM10: Feinstaub (Particulate Matter) mit einem Durchmesser < 10 µm; PM2,5: Feinstaub (Particulate Matter), Durchmesser < 2,5 µm; zul. Überschr.: Anzahl der zulässigen Überschreitungen pro Jahr; max. 8-h-Wert: höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages aus stündlich gleitenden 8-Stunden Mittelwerten; <sup>1)</sup> und <sup>2)</sup> Daten beim UBA vorhanden; <sup>2)</sup> Daten nur für die Jahre 2010 und 2011; Grenzwert ist einzuhalten ab 01.01.2015.; <sup>3)</sup> UBA-Daten nur als Jahresmittelwert.

#### 2.6.4.2 Regionaler Immissionsschutzwald ohne Rechtsbindung

Zur Abgrenzung des regionalen Immissionsschutzwaldes werden für den Schutz der menschlichen Gesundheit Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV empfohlen (siehe Tabelle 5). Hierfür liegen regionalisierte Immissionsdaten in den Umweltaemtern einiger Bundesländer bzw. bundesweit beim Umweltbundesamt vor (<http://gis.uba.de/Website/luft/index.htm>). Für die Ermittlung der Immissionsbelastung sind langjährige Mittelwerte heranzuziehen.

Aus den derzeit vorliegenden Daten geht hervor, dass die Grenzwerte nur bei Ozon in einigen Regionen der Bundesrepublik Deutschland überschritten werden. Bei den übrigen Luftschadstoffen wurden großräumige Grenzwertüberschreitungen nicht gemessen. Die Abgrenzung von regionalem Immissionsschutzwald sollte von der künftigen Entwicklung der immissionsschutzrechtlichen Vorgaben sowie der in der Luft erreichten Konzentrationen dieser Schadstoffe abhängig gemacht werden.

#### 2.6.4.3 Immissionsschutzwald mit Rechtsbindung

Das Bundeswaldgesetz und mehrere Landeswaldgesetze geben den Forstbehörden die Möglichkeit, Wald förmlich zu Immissionsschutzwald zu erklären, wenn er, im Interesse des Gemeinwohls, der Abwehr oder Verhütung der durch Luftverunreinigungen bedingten Gefahren, erheblicher Nachteile oder erheblicher Belästigungen dient. Die Erklärung erfolgt auf der Grundlage des entsprechenden Landeswaldgesetzes. Sie kann mit Auflagen hinsichtlich der Waldbewirtschaftung verbunden sein.

Bisher wurde in den Bundesländern von dieser Möglichkeit kein Gebrauch gemacht.

### 2.6.5 Behandlungshinweise

Die Behandlung von Wald mit lokaler Immissionsschutzfunktion sollte anlagenbezogen, d. h. abgestimmt auf die spezielle Art (Gas, Staub) und Intensität der Immission erfolgen. In der Regel ist eine mehrschichtige, dem Standort angepasste Dauerbestockung mit einem hohen Anteil immergrüner Gehölze, welche ganzjährig die gewünschte Funktion erfüllen kann, anzustreben.

Neben der Bestandesbehandlung ist auch dem Boden erhöhte Aufmerksamkeit zu widmen (Langzeitwirkung); im Bedarfsfall ist durch Maßnahmen (z. B. Kompensationskalkung) zu reagieren.

Allgemeingültige waldbauliche Empfehlungen für Wald mit Immissionsschutzfunktion sind:

- Erhaltung eines stufig aufgebauten und intakten Waldrandes
- Erhaltung auch stark geschädigter Bestände (hinhalten-der Widerstand)
- Förderung von immissionstoleranten Gehölzarten und Individuen
- Förderung des Zwischenstandes
- Frühzeitige Vorausverjüngung in geschädigten Beständen

Im regionalen Immissionsschutzwald steht die Erhaltung bzw. Entwicklung stabiler Waldbestände im Vordergrund.

### 2.6.6 Neuanlage von Wald

Die Neuanlage von Immissionsschutzwald ist nur bei lokalen Emittenten sinnvoll, da für eine regionale Immissionsschutzfunktion sehr großflächige Aufforstungen erforderlich wären. Die Aufforstungsfläche muss zwischen dem Emittenten und einem schutzwürdigen Objekt liegen. Der zukünftige Wald ist hinsichtlich der Gehölzartenwahl und räumlichen Struktur so anzulegen, dass er die Schutzwirkungen optimal entfalten kann.

Die Tiefe des Immissionsschutzwaldes sollte insbesondere bei Tierproduktionsanlagen in Hauptwindrichtung mindestens 100 m und in der seltensten Windrichtung mindestens 50 m betragen. Am günstigsten ist die Anlage des Schutzwaldes vor Inbetriebnahme der Stallanlage, da er seine Funktion erst nach mehreren Jahren voll erfüllen kann (Höhe 5 – 6 m) (STAATSBETRIEB SACHSENFORST, 2005).

## 2.7 Lärmschutzwald

### 2.7.1 Allgemeines

Schall entsteht durch mechanische Schwingungen einer Schallquelle, die sich in der Luft wellenförmig ausbreiten. An Verkehrswegen spricht man von Linienschallquellen, bei Anlagen von punktuellen Schallquellen. Subjektiv störende Geräusche werden als Lärm empfunden.

Umgebungsärm bezeichnet unerwünschte oder gesundheitsschädliche Geräusche im Freien, die durch Aktivitäten von Menschen verursacht werden, einschließlich des Lärms, der von Verkehrsmitteln (Straßenverkehr, Eisenbahnverkehr, Flugverkehr) sowie von bestimmten Industriegeländen ausgeht (Richtlinie 2002/49/EG, Artikel 3).

#### Dabei besteht eine Abhängigkeit von:

- den Eigenschaften der Schallquelle (Schallleistung, Richtcharakteristik, Schallspektrum),
- der Geometrie des Schallfeldes (Lage der Schallquelle zum Empfänger, zum Boden und Hindernissen im Schallfeld),
- den örtlichen Ausbreitungsbedingungen (Topografie, Bewuchs, Bebauung) und
- der Witterung (Windrichtung, -stärke, Temperatur, Luftfeuchte).

Das Vorhandensein von Wald kann die örtlichen Ausbreitungsbedingungen von Schall im Sinne einer Dämpfung des Schalldruckpegels beeinflussen.

### 2.7.2 Definition

Wald, der dem Lärmschutz dient, soll negativ empfundene Geräusche von Wohn-, Arbeits- und Erholungsbereichen durch Absenkung des Schalldruckpegels dämpfen oder fernhalten. Neben dieser messbaren Schallminderung besitzen auch schmale Waldstreifen aufgrund der optischen Abschirmung der Lärmquelle eine subjektiv empfundene Dämmwirkung für die Betroffenen.

### 2.7.3 Wirkungen

Durch seine Bodendecke, Äste, Zweige, Laub und Nadeln hat Wald bis zu einem gewissen Grad die Eigenschaft, Schalldruck zu absorbieren, zu reflektieren und durch wiederholte Reflexion an Stämmen und Ästen zu streuen. Infolge dieser Vorgänge kommt es, bei entsprechender Lage und Struktur des Waldes, zu einer stärkeren Absenkung des Schallpegels als im Freiland. Auf das subjektive Lärmempfinden kann Wald jedoch bereits durch die Sichtunterbrechung zur Lärmquelle positiv wirken.

Messergebnisse zum Verkehrslärm zeigen, dass sehr dichte Nadelwälder (Fichte und Kiefer), mit einer Bewuchstiefe von 100 m Dämpfungen von bis zu 10 dB ergeben können

(WÖLFEL MEßSYSTEME – SOFTWARE GMBH, 2009, Anhang 1). Bei diesen Messungen befanden sich sowohl Quelle als auch Empfänger in unmittelbarer Nähe des Waldrandes.

Andere Messungen (HIRSCH & TRIMPOP, 2010) ergaben, dass auch bei größeren Entfernungen zwischen Quelle und Empfänger eine Dämpfung durch Abschirmung beim Überstreichen eines Waldstückes erreicht wird. Im Ergebnis einer Literaturrecherche der TU Dresden (BERNHOFER, C., ZIEMANN, A. U. DONIX, T.: Datenrecherche, 2012) ergaben sich Dämpfungen von 14 dB auf 100 m Bewuchs.

### 2.7.4 Abgrenzung

#### 2.7.4.1 Lärmschutzwald ohne Rechtsbindung

Lärmschutzwald wird kartiert, wo ein schützenswertes Objekt innerhalb der Grenzen eines Schallpegelbereichs von entweder  $> 55 \text{ dB(A)} L_{\text{DEN}}^3$  oder  $> 45 \text{ dB(A)} L_{\text{Night}}^4$  liegt. Dies sind auch die Bereiche, die bei der Lärmkartierung gemäß 34. BImSchV mit Isophonen-Bändern (Kurven gleicher Lautstärkepegel) dargestellt werden.

Schützenswerte Objekte liegen unter Anlehnung an § 47a BImSchG insbesondere in

- bebauten Gebieten,
- öffentlichen Parks oder anderen ruhigen Gebieten eines Ballungsraums,
- der Umgebung von Schulgebäuden, Krankenhäusern und anderen schutzwürdigen Gebäuden und Gebieten, die dem Aufenthalt von Menschen dienen.

Aller Wald zwischen dem zu schützenden Objekt und der Schallquelle, in der die genannten Zielwerte überschritten werden, wird kartiert. Dazu gehören auch Waldflächen, die angrenzenden Wald mit besonderer Erholungsfunktion (siehe Kapitel 3) vor Umgebungsärm schützen (vgl. Sondergutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen, 1999).

#### Lärm an Verkehrswegen

An Verkehrswegen überlagern sich Lärm und Luftschadstoffe. Von den Menschen wird vor allem Lärm als Belästigung empfunden.

Mit der Verabschiedung der Richtlinie 2002/49/EG (EU-Umgebungsärmrichtlinie) über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungsärm setzt die Europäische Union neue Akzente im Lärmschutz. Diese Richtlinie verfolgt das langfristige Ziel, schädlichen Umgebungsärm zu vermeiden, ihm vorzubeugen oder ihn zu verringern. Die Umsetzung dieser europäischen Richtlinie in deutsches Recht erfolgte über eine Einfügung der §§ 47a bis 47f in das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) und dem Erlass der Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV).

<sup>3</sup>  $L_{\text{DEN}}$  Tag-Abend-Nacht-Index (24-Stunden-Mittelungspegel)

<sup>4</sup>  $L_{\text{Night}}$  Nachtlärmindex (22 bis 6 Uhr)

Diese schreiben vor, dass die Geräuschbelastung in Ballungsräumen, an Hauptverkehrsstraßen, an Haupteisenbahnstrecken sowie in der Umgebung von Großflughäfen in Lärmkarten zu dokumentieren ist.

Zuständig für die Lärmkartierung der Hauptverkehrsstraßen sind die Gemeinden, auf deren Territorium die Straße verläuft, während die Kartierung der Haupteisenbahnstrecken in Verantwortung des Eisenbahn-Bundesamtes fällt. Auf der Grundlage von zahlreichen verkehrs- und ortsspezifischen Eingangsdaten (z. B. Verkehrsaufkommen, Straßenoberfläche, Schwerverkehrsanteil, Geschwindigkeiten, Geländemodell, Bebauung, Lage und Höhe von Schallschutzwänden bzw. -wällen, Einwohnerverteilung) erfolgt eine rastermäßige Berechnung der Geräuschbelastungen und der Anzahl der jeweils betroffenen Personen auf der Grundlage genau vorgegebener Berechnungsvorschriften. Im Ergebnis liegen bundesweit Lärmkarten vor, die entlang der Hauptverkehrsstraßen und Eisenbahnstrecken die Lärmbelastung in Form zweier Lärmindizes sowohl für den gesamten Tag ( $L_{DEN}$ ) als auch für die Nacht ( $L_{Night}$ ) darstellen.

Beispielhaft zeigt Abbildung 3 einen Auszug aus einer Lärmkarte mit dem 24-Stunden-Index  $L_{DEN}$ , Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse für den Nacht-Index  $L_{Night}$ . Beide Karten entstanden im Ergebnis der Lärmkartierung 2012, in der Lärmkarten in der Umgebung von Hauptverkehrsstraßen mit einem Verkehrsaufkommen mit mehr als drei Millionen Kfz/Jahr, in der Umgebung von Haupteisenbahnstrecken mit mehr als 30.000 Zügen/Jahr, für Ballungsräume mit mehr als 100.000 Einwohnern und für Großflughäfen mit mehr als 50.000 Flugbewegungen/Jahr zu erstellen waren. Die Lärmkarten sind danach alle fünf Jahre oder bei besonderen Entwicklungen zu überprüfen und zu aktualisieren.

Die Abgrenzung vom Lärmschutzwald kann unter Einsatz von GIS-gestützten Verfahren erfolgen. Dabei werden die in der Lärmkartierung festgelegten Isophonen-Bänder mit dem vorhandenen Wald und den Schutzobjekt-Bereichen verschnitten.

### Lärm an Flughäfen

In der Umgebung der Flughäfen kann insbesondere der Bodenschall (verursacht durch Flugzeuge oder andere betriebsbedingte Geräusche) durch die Anlage von Lärmschutzwald in seiner Wirkung vermindert werden. Bei großer Entfernung zwischen den Flughafenflächen und der schutzwürdigen Objekte ist es zweckmäßig, Lärmschutzwald sowohl in der Nähe der Quellen als auch in Nähe der Schutzgüter anzulegen.

Bodenschall an Flugplätzen wird im Rahmen der EU-Lärmkartierung nicht erfasst. Die Waldfunktionenkartierung kann

deshalb nur im Rahmen einer Einzelfallprüfung die entsprechenden Flächen erheben. Mögliche Schallemissionsdaten zum Bodenschall werden z. B. im Rahmen der Durchführung von Verfahren nach dem Fluglärmschutzgesetz (FluLärmG) oder von Planfeststellungsverfahren erhoben.

### Gewerbliche Lärmquellen

Hierzu zählen insbesondere Industrieanlagen, große Gewerbegebiete und Steinbrüche. Da diese in der bundesweiten Lärmkartierung nicht erfasst werden, bedarf es im Rahmen der Waldfunktionenkartierung auch hier einer Einzelfallprüfung. Daten zu den Schallemissionen größerer Quellen können in der Regel bei der zuständigen Immissionsschutzbehörde erfragt werden.

#### 2.7.4.2 Lärmschutzwald mit Rechtsbindung

Nach den Waldgesetzen einiger Bundesländer können weitere Lärmschutzbereiche ausgewiesen werden (siehe auch Anhang 1). Dies ist beispielsweise:

- Lärmschutzwald (§ 31 Waldgesetz für Baden-Württemberg; § 29 Waldgesetz für den Freistaat Sachsen): Zur Abwehr oder Verhütung der durch Lärm bedingten Gefahren, erheblichen Nachteilen oder erheblichen Belästigungen kann die untere Forstbehörde durch Rechtsverordnung Wald zu Schutzwald erklären. Die Erklärung kann mit Auflagen verbunden werden und Bewirtschaftungsvorschriften enthalten.

### 2.7.5 Behandlungsgrundsätze

Zur Förderung und Erhaltung der Lärmschutzfunktion sind bei der Waldbewirtschaftung folgende Aspekte bedeutsam (Staatsbetrieb Sachsenforst, 2010):

- stufige Dauerbestockung mit hohem Nadelbaumanteil
- vertikal geschlossene Bestandesstruktur (dichter Unterstand)
- stufiger, dichter Waldrand

### 2.7.6 Neuanlage von Wald

Wald, der zur Lärminderung angelegt wird, soll, infolge der Ausbreitungsbesonderheiten von Schallwellen, möglichst dicht (weniger als 50 m) an der Lärmquelle ansetzen und möglichst kurz vor dem Schutzobjekt enden. Die Schutzwirkung ist im Jungwuchsstadium der Wälder gering, sie baut sich langsam mit zunehmender Höhenentwicklung auf.

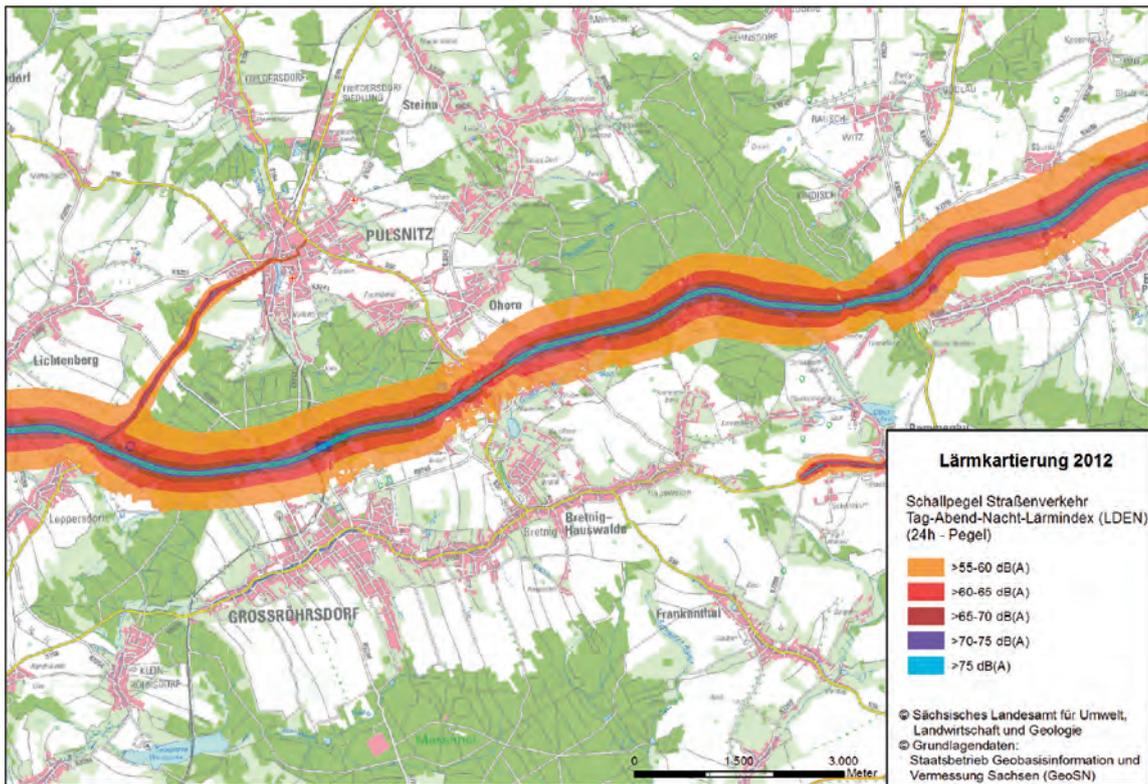


Abbildung 3: Visualisierung der Lärmbelastung an Hauptverkehrsstraßen bei Tag.

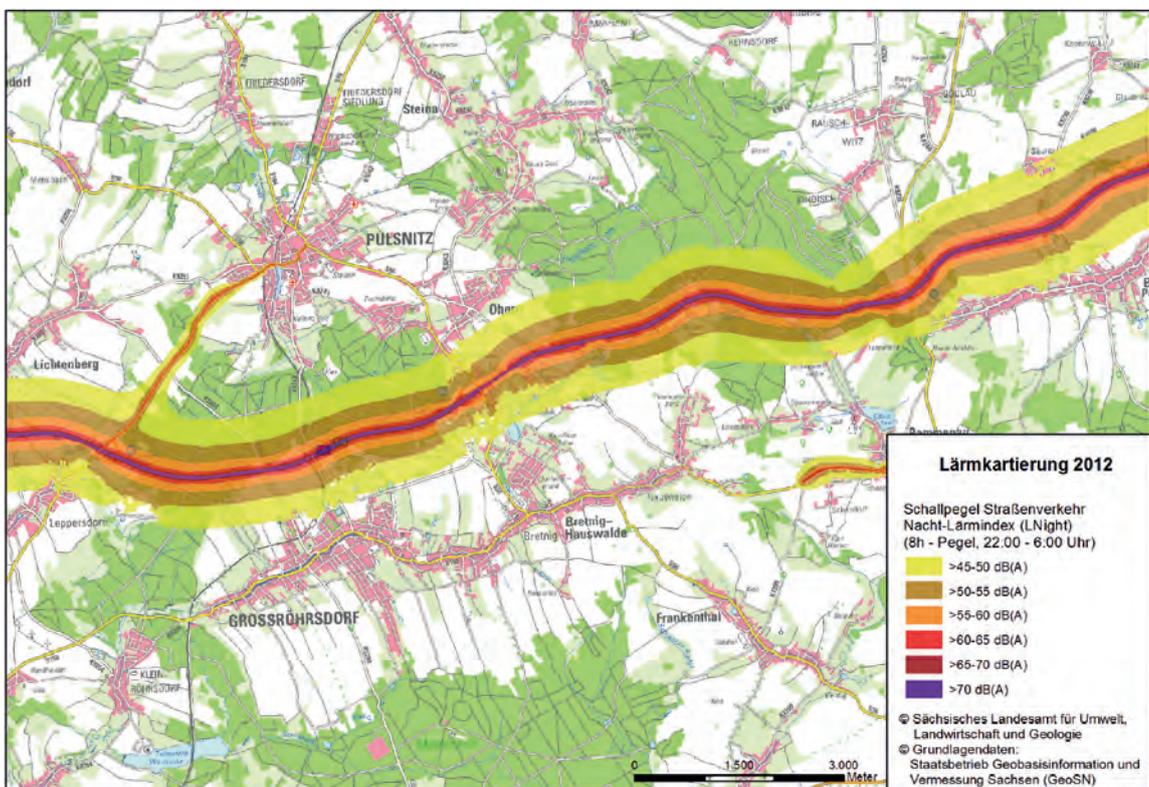


Abbildung 4: Visualisierung der Lärmbelastung an Hauptverkehrsstraßen bei Nacht.

## 2.8 Sichtschutzwald

### 2.8.1 Allgemeines

Durch die fortschreitende Zersiedelung und Bebauung mit Industrie- und Gewerbeanlagen, Verkehrsstrassen, Energieerzeugungsanlagen, Wohngebieten usw. wird das Landschaftsbild zunehmend beeinträchtigt. Sichtschutzwald übt abschirmende und ästhetische Funktionen aus, indem er störende Objekte verdeckt. Besondere Bedeutung gewinnt er in dicht besiedelten Räumen sowie in Erholungsgebieten.

### 2.8.2 Definition

Sichtschutzwald hat die Funktion, Objekte, die das Landschaftsbild nachhaltig und empfindlich stören, weitgehend zu verdecken oder vor unerwünschten Einblicken zu schützen und die ästhetische Wirkung der Landschaft zu verbessern.

### 2.8.3 Wirkungen

- Sichtschutzwald trägt zur Erhaltung und Gestaltung des Landschaftsbildes im Umkreis störender Bauten (z. B. Einzelgebäude in der offenen Landschaft, Industrie-, Landwirtschafts- und Gewerbebetriebe, Wochenendsiedlungen) und Anlagen (z. B. Kiesgruben, Steinbrüche, Deponien, Windkraftanlagen, Solaranlagen) bei.
- Sichtschutzwald verhindert oder vermindert Einblicke in Grundstücke und Objekte (z. B. militärische Objekte, Autoteststrecken).
- Insbesondere im Naherholungsbereich von Ballungsgebieten kommt dem Sichtschutzwald die Aufgabe zu, die Erholungswirksamkeit besiedelter Räume zu erhöhen bzw. Grenzbereiche zwischen Erholung und Bebauung verträglich zu gestalten.

### 2.8.4 Abgrenzung

Zu erfassen sind Waldstreifen in der Umgebung des zu verdeckenden Objektes in einer Breite, die ausreicht, den Schutzzweck dauerhaft zu erfüllen.

Die Abgrenzung kann sowohl durch Ortsbegang als auch durch GIS-gestützte Sichtbarkeitsanalyse erfolgen.

### 2.8.5 Behandlungshinweise

Gehölzstreifen unter 30 m Tiefe sind im Allgemeinen als nicht funktionengerecht einzustufen.

Bei vorhandener Bestockung gewährleistet ein strukturreicher Dauerwald einen nachhaltigen Sichtschutz. Je tiefer die Einsichtsmöglichkeit in den Waldstreifen ist, desto dichter muss er gestaltet bzw. breiter muss er kartiert werden, um funktionengerecht zu sein.

Eine Wiederaufforstung oder Neuanlage sollte je nach Art des Schutzobjektes in reihen- oder gruppenweiser Mischung erfolgen und zwar möglichst vor Errichtung des zu schützenden Objektes. Zunächst sollte dabei ein Vorwald mit schnellwachsenden Gehölzen begründet werden, der durch Voranbau mit Dauerwald-Baumarten weiter entwickelt wird. Insbesondere bei schmalen Sichtschutzwäldern erlangt der Anbau immergrüner Nadelgehölze Bedeutung (PRETZSCHER & KLEINERT, 1995).

Die Wirkung von Sichtschutzwäldern wird durch eine funktionengerechte Waldrandgestaltung (stufig, Sträucher, Bäume zweiter Ordnung) verstärkt.

### 2.8.6 Neuanlage von Wald

Bereits bei der Planung von Eingriffen, die das Landschaftsbild nachhaltig stören, ist darauf zu achten, dass geeignete Flächen zur Anpflanzung von Sichtschutzwald vorgesehen werden. Dies entspricht auch den naturschutzrechtlichen Regelungen und den Vorschriften der Bauleitplanung. Insbesondere in waldarmen Gebieten kann die Anlage von Sichtschutzwald das Landschaftsbild verbessern.

## 2.9 Waldflächen mit besonderer Funktion für den Natur- und Landschaftsschutz

### 2.9.1 Einführung

Wald ist in Deutschland ein großflächig vorhandenes Ökosystem, das aufgrund der standörtlichen und naturräumlichen Vielfalt ein enormes naturschutzfachliches Potential hat. Seine Bedeutung für den Natur- und Landschaftsschutz ist in diesem sehr dicht besiedelten, intensiv genutzten und hoch technisierten Land in den letzten Jahrzehnten stark angestiegen.

Die Wälder erfüllen für den Naturschutz sehr verschiedenartige Aufgaben, z. T. mit konkurrierenden Zielsetzungen. Wälder sind wichtig für den Prozessschutz, sie stehen aber auch im Fokus des Artenschutzes, was sowohl Klimaxarten betrifft als auch licht- und pflegebedürftige Arten. Viele Waldstrukturen stellen für einige Offenlandarten einen wichtigen Refugialstandort dar. Hinzu kommt die Bedeutung des Waldes als wesentlicher Baustein eines länderübergreifenden Biotopverbundes, der auf der Naturnähe des Waldes insgesamt und seiner Rand- und Linienstrukturen aufbaut. Der Natur- und Landschaftsschutz im Wald berücksichtigt zu guter Letzt auch historische, kulturelle oder landschaftsgestalterische Ziele sowie Aspekte der landschaftsbezogenen Erholung.

Entsprechend heterogen sind die Größen der Einzelflächen von Wäldern mit besonderer Funktion für den Natur- und Landschaftsschutz. Sie reichen von vielen Quadratkilometern einzelner Großschutzgebiete bis zu wenige Quadratmeter großen Biotopen. Dasselbe gilt für die Vielfalt an Schutzgebietskategorien, die dem Natur- und Landschaftsschutz dienen.

Zahlreiche Waldflächen dieser Funktion erfüllen in hohem Maße auch Aspekte anderer Waldfunktionen, wie die Schutz- (Boden, Wasser, Luft) und die Erholungsfunktion. Allerdings dürfte es keine andere Waldfunktion geben, die sowohl von vielen konkurrierenden naturschutzfachlichen Ansprüchen betroffen als auch bezüglich der Nutz- und Erholungsfunktion immer wieder konfliktträchtig ist.

### 2.9.2 Definition

Waldflächen mit besonderer Funktion für den Naturschutz dienen dem Schutz, schützenswerter Lebensräume, Arten und Prozesse.

Waldflächen mit besonderer Funktion für den Landschaftsschutz dienen v. a. dem Schutz der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes, der nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter und dem Erhalt von Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie des Erholungswertes von Natur und Landschaft.

#### 2.9.2.1 Flächen mit gesetzlicher Rechtsbindung

##### a) nach Naturschutzrecht

Im Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) werden die Schutzkategorien bundeseinheitlich festgelegt. In den Ländergesetzen kann es zu den einzelnen Schutzgütern weitergehende Bestimmungen geben.

- Der Biotopverbund (§ 21 BNatSchG) dient insbesondere dem Schutz der Natur mit ihren räumlich-funktionalen ökologischen Wechselbeziehungen. Er soll länderübergreifend angelegt werden und besteht aus Kernflächen, Verbindungsflächen und Verbindungselementen und ist rechtlich zu sichern. Bestandteile des Biotopverbundes können bei entsprechender Eignung die nach §§ 23 – 30 und 32 BNatSchG geschützten Teile von Natur und Landschaft sein.
- Naturschutzgebiete (§ 23 BNatSchG) sind Gebiete, in denen ein besonderer Schutz in ihrer Ganzheit oder in einzelnen Teilen erforderlich ist
  - für den Biotop- und Artenschutz,
  - aus wissenschaftlichen, naturgeschichtlichen oder landeskundlichen Gründen,
  - wegen der Seltenheit, besonderen Eigenart oder hervorragenden Schönheit.
- Nationalparke (§ 24 BNatSchG) sind großräumige, weitgehend unzerschnittene, nur wenig beeinflusste Gebiete, in denen in einem überwiegenden Teil des Gebietes ein möglichst ungestörter Ablauf der Naturvorgänge in ihrer natürlichen Dynamik gewährleistet oder entwickelt wird. Sie können im Rahmen des Schutzzweckes auch der wissenschaftlichen Umweltbeobachtung, der naturkundlichen Bildung und dem Naturerlebnis der Bevölkerung dienen.
- Nationale Naturmonumente (§ 24 BNatSchG) sind Gebiete, die aus wissenschaftlichen, naturgeschichtlichen, kulturhistorischen oder landeskundlichen Gründen und wegen ihrer Seltenheit, Eigenart oder Schönheit von herausragender Bedeutung sind.
- Biosphärenreservate (§ 25 BNatSchG) sind großräumige und für bestimmte Landschaftstypen charakteristische Gebiete, die vornehmlich dem Schutz von kulturgeprägten althergebrachten Ökosystemen und der Entwicklung und Praktizierung schonender Wirtschaftsweisen dienen. Sie sind über Kern-, Pflege- und Entwicklungszonen zu gestalten. Sie können auch als Biosphärengebiete oder –regionen bezeichnet werden.
- Landschaftsschutzgebiete (§ 26 BNatSchG) dienen v. a. der Erhaltung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes, dem Schutz einer nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter, dem Arten- und Biotopschutz und dem Schutz einer gewachsenen ästhetischen Kulturlandschaft für eine naturnahe Erholung.
- Naturparke (§ 27 BNatSchG) sind großräumige Gebiete, die überwiegend Landschaftsschutzgebiete oder Naturschutzgebiete sind und die sich aufgrund ihrer landschaftlichen Voraussetzungen besonders für die Erholung eignen und in denen ein nachhaltiger Tourismus und eine dauerhaft umweltgerechte Landnutzung angestrebt werden.
- Naturdenkmäler (§ 28 BNatSchG) sind Einzelschöpfungen der Natur oder flächenhafte Ausbildungen mit bis zu fünf Hektar Größe, deren besonderer Schutz aus wissenschaftlichen, naturgeschichtlichen oder landeskundlichen Gründen oder wegen ihrer Seltenheit, Eigenart oder Schönheit erforderlich ist.

- Geschützte Landschaftsbestandteile (§ 29 BNatSchG) sind Teile von Natur und Landschaft, deren besonderer Schutz für Natur und Landschaft und Gliederung oder Pflege des Orts- und Landschaftsbildes oder zur Abwehr schädlicher Einwirkungen erforderlich ist. Der Schutz kann sich auf Teile eines Landes oder auf den gesamten Bestand von Alleen, einseitigen Baumreihen, Bäumen, Hecken oder anderen Landschaftsbestandteilen beziehen.
- Gesetzlich geschützte Biotop (§ 30 BNatSchG) sind definierte Biotoptypen. Es bedarf keiner förmlichen Ausweisung. Sie sind allein durch ihr Vorhandensein gesetzlich geschützt.
- NATURA 2000-Schutzgebiete (§ 32 BNatSchG) sind Bestandteil des zusammenhängenden europäischen ökologischen Netzes i. S. d. Richtlinien 92/43/EWG (Flora-Fauna Habitat-RL) und 79/409/EWG (Vogelschutz-RL). Sie dienen der Erhaltung und Entwicklung von genau definierten Lebensraumtypen (Anhang I der FFH-RL) und bestimmten Arten (Anhänge II der FFH-RL und I der Vogelschutz-RL). Die Schutzerklärung bestimmt den Schutzzweck entsprechend den jeweiligen Erhaltungszielen und die erforderliche Gebietsbegrenzung. Die zusätzliche Sicherung über die Ausweisung anderer Schutzkategorien nach BNatSchG kann unterbleiben, soweit nach anderweitigen Bestimmungen oder Vertragsnaturschutz ein gleichwertiger Schutz gewährleistet ist. Für Natura 2000-Gebiete können Bewirtschaftungspläne aufgestellt werden.
- Naturschutzrechtliche Kompensationsflächen nach § 15 Abs. 4 und § 34 Abs. 5 BNatSchG sind rechtlich zu sichernde Flächen, in denen Maßnahmen zum Ausgleich von Eingriffen in Natur und Landschaft durchgeführt wurden. Sie können von den Ländern zusätzlich aufgenommen werden.

#### b) nach Forstrecht

Im Bundeswaldgesetz gibt es keine Schutzgebiete für den Natur- und Landschaftsschutz. Alle sich auf den Natur- und Landschaftsschutz beziehenden forstrechtlichen Schutzgebiete sind in den Ländergesetzen geregelt:

- Naturwaldreservate, Bannwälder, Naturwälder, Naturwaldzellen sind Wälder, in denen jede forstliche Nutzung unterbleibt; sie dienen der Erforschung der waldökosystemtypischen natürlichen Dynamik und dem Prozessschutz.
- Schonwälder, Biotopschutzwälder, Geschützte Waldgebiete sind Wälder, in denen zum Erreichen bestimmter naturschutzfachlicher Ziele eine spezielle Pflege oder Nutzung vorgeschrieben ist. Dazu gehören auch historische Bewirtschaftungsformen und strukturreiche Waldränder.
- Forstrechtliche Kompensationsflächen sind nach den Waldgesetzen einiger Länder rechtlich zu sichernde Flächen, in denen Maßnahmen zum Ausgleich nachteiliger Wirkungen von Waldinanspruchnahme durchgeführt werden, die nicht durch Ersatzaufforstungen kompensiert werden.

#### c) nach anderen Gesetzen

- Wildschutzgebiete, Wildschongebiete, Wildruhezonen nach den Jagdgesetzen einiger Länder sind Bereiche, in

denen ein besonderer Schutz des Wildes, zur Wildschadensverhütung oder für die Wildforschung eine Einschränkung des Betretungsrechts sowie gegebenenfalls Jagd- und Nutzungsbeschränkungen erforderlich sind.

#### 2.9.2.2 Flächen ohne Rechtsbindung

Unter diesem Abschnitt werden naturschutzfachlich bedeutende Flächen aufgeführt, die nicht durch Gesetz oder Verordnung festgeschrieben sind.

- Schutzwürdige, wertvolle Biotop (insbesondere naturnahe Waldränder, Altholzinseln und seltene naturnahe Waldgesellschaften) besitzen eine große Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz. In der Regel werden sie gemäß den Kartieranleitungen der Länder erfasst und näher beschrieben.
- Waldrefugien oder Kernflächen sind neue Begriffe im Zusammenhang mit der Bereitstellung von Waldflächen für den Arten- und Biotopschutz. Hierbei werden – insbesondere von einzelnen Landesforstverwaltungen im Staatswald – Flächen in der Größenordnung von mindestens 1 Hektar dauerhaft aus der forstlichen Nutzung genommen, um die natürliche Entwicklung zu ermöglichen und Alt- und Totholz für den Artenschutz auch in flächenhafter, vernetzter Ausprägung zur Verfügung zu stellen.
- Alte Waldstandorte und Flächen mit Habitattradition sind Waldflächen mit ununterbrochener Tradition einer naturnahen Bestockung bzw. alter Waldstrukturen, die insbesondere für den Schutz reliktsicher Arten von besonderer Bedeutung sind.
- Historische Waldnutzungsformen wie ehemalige Hutewälder, Mittel- und Niederwälder sind nicht nur landeskulturell von Bedeutung, sondern bieten auch meist aufgrund ihrer besonderen Strukturen vielen, teilweise auch seltenen Arten einen Lebensraum. Insofern sollten die wenigen heute noch erhaltenen Flächen weiterhin entsprechend bewirtschaftet werden.
- Parkwälder und Arboreten, die aus landschaftsästhetischen und dendrologischen Gründen eine besondere Rolle bei der Waldlandschaftspflege spielen (siehe auch Kapitel 2.10).
- Wildtierkorridore (Flächen des Generalwildwegeplanes Baden-Württemberg) sind Grundlage für großräumige funktionale tierökologische Beziehungen und damit Element eines Biotopverbundkonzeptes i. S. d. Bundesnaturschutzgesetzes, das erst durch die Übernahme in raumordnerische Pläne Verbindlichkeit erlangt. Elementar sind hierbei Deckungsstrukturen und ihre durchgängige Barrierefreiheit, weshalb dem Wald hierbei eine zentrale Funktion zukommt. Ziel ist es, den Genaustausch verinselter Populationen (nicht nur von Großsäugern!) zu ermöglichen und Verluste durch Verkehrsunfälle zu minimieren.
- Nationales Naturerbe (NNE) sind gesamtstaatlich repräsentative Naturschutzflächen des Bundes (u. a. das Grüne Band, ehemalige militärisch genutzte Übungsgebiete, Flächen der Bergbaufolgelandschaften), die zur dauerhaften Sicherung an Länder oder andere Naturschutzträger übertragen wurden.

- Landschaftsprägende Waldbestände (einschließlich Restwaldflächen und Waldinseln) finden sich in Mittel- und Hochgebirgslagen meist an landschaftlich exponierten Stellen oder in waldarmen Regionen des Flachlandes als markante Bereicherungen des Landschaftsbildes.
- Schützenswerte Geotope sind bemerkenswerte Zeugnisse der Natur, ihre Entstehung kann natürlicher Art sein, vielfach sind sie aber auch erst durch Menschenhand (insbesondere durch den Abbau oberflächennaher Lagerstätten) freigelegt worden.

Darüber hinaus gibt es internationale Schutzgebietskategorien, mit deren Erklärung kein eigenständiger, unmittelbar rechtlicher oder sonstiger bindender Schutz erfolgt. Sie haben den Charakter eines Zertifikates für besonders hochwertige Schutzgebiete. Beispielhaft genannt seien: "Feuchtgebiete internationaler Bedeutung" (Ramsar-Konvention), "Europareservat" (Internationaler Rat für Vogelschutz), "Europadiplom-Gebiete" sowie "Biogenetische Reservate" (Europarat), "Welt-Naturerbe- und Kulturerbe-Gebiete" (UNESCO) und "Moore internationaler Bedeutung" (TELMA).

Regelmäßig sind diese Flächen mit Schutzgebieten nach dem Naturschutzrecht überlagert, so dass sich eine zusätzliche Erfassung und Darstellung in der Waldfunktionenkartierung erübrigt.

## 2.9.3 Wirkungen

Waldflächen mit besonderer Bedeutung für den Natur- und Landschaftsschutz ergeben sich u. a. aus dem:

- Vorhandensein schützenswerter Biotope und Arten
- der Eigenart, Vielfalt und Schönheit des Waldes und der Bedeutung für das Landschaftsbild

### 2.9.3.1 Biotop- und Artenschutz

**Standortsvielfalt:** Im Wald findet sich das gesamte natürliche Standortsspektrum von nass bis trocken und von eutroph bis dystroph, oft auf kleiner Fläche vermengt, wieder. Dies bedingt eine besondere Vielfalt und Vermischung unterschiedlicher Lebensräume und damit einen hohen Reichtum an verschiedenen seltenen Arten. Viele Arten sind zudem auf das enge Nebeneinander unterschiedlicher Standorte, sog. Habitatkomplexe, angewiesen.

**Strukturvielfalt:** Der Wald weißt eine Vielzahl von horizontalen und vertikalen Vegetationsebenen auf. Zusätzlich zur Krautschicht kommen noch eine oder mehrere, unterschiedlich intensiv ausgeprägte Baum- und Strauchschichten hinzu. Im Wechsel mit kleineren baumfreien Flächen, Waldgewässern, Felsen, Linien- und Randstrukturen ergibt sich so für den Waldbereich eine sehr hohe Strukturvielfalt. Die Abfolge unterschiedlicher Entwicklungsphasen von Freifläche bis Altholz auf gleicher Fläche führt zu einem Raum-Zeit-Mosaikzy-

klus, die für die naturschutzfachliche Wertigkeit und Stabilität des Waldes von Bedeutung ist. Auch die Großflächigkeit und geringe Zerschneidung der Wälder in Verbindung mit einem sehr geringen Störungspotential ist eine eigene naturschutzfachliche Qualität.

**Bewirtschaftungsart:** Durch die extensive Form der Bewirtschaftung (meist ohne Bodenbearbeitung, ohne Düngung und ohne Pflanzenschutzmitteleinsatz) mit i.d.R. nur ein oder zwei Bewirtschaftungsmaßnahmen im Jahrzehnt unter Ausnutzung der natürlichen Dynamik besteht auf großen Flächen ein hohes Maß an Naturnähe. Ein Teil der Bestände bleibt über Jahrzehnte sich völlig selbst überlassen, ergänzt durch Flächen, die überhaupt nicht bewirtschaftet werden (Prozessschutz).

**Alt- und Totholz:** Alt- und Totholz ist Bruthabitat, Lebensraum und Nahrungsgrundlage und führt daher zu ganz eigenen Biozönosen mit vielen seltenen und gefährdeten Arten. Viele dieser Arten sind Klimaxarten mit geringer Mobilität und daher hoher Sensibilität gegenüber Eingriffen.

**Habitattradition:** Wälder mit über Jahrhunderte währender Habitattradition sind insbesondere für Reliktarten von großer Bedeutung. Es handelt sich um seltene Biozönosen, denen auch als Ausgangspunkt für die Besiedlung neuer Gebiete eine große Bedeutung zukommt.

### 2.9.3.2 Landschaftsschutz

**Raumgliederung:** Die landschaftliche Differenzierung in Wald und Offenland erzeugt ästhetische und abwechslungsreiche Landschaftsbilder. Wald stellt mit seinen organischen und an das Gelände angepassten Randstrukturen ein wichtiges Gliederungselement dar.

**Baumartenwahl:** Auch über eine gezielte Baumartenwahl bzw. die Förderung bestimmter Baumarten aus vorhandenen Beständen lässt sich sehr viel zu einem ansprechenden Erscheinungsbild der Landschaft beitragen. Die Auflockerung monotoner Reinbestände mit ästhetisch wirkenden Baumarten (z. B. Wildkirsche und Eberesche) ist hier ebenso zu nennen wie die Anlage von Alleen entlang von Rad-, Reit- und Wanderwegen im Wald und die Schaffung von strukturierten, artenreichen Waldinnen- und Waldaußensäumen mit diversen Sträuchern und ökologisch wertvollen Laubbäumen.

**Landschaftsökologie:** Wald als naturnahe Vegetationsform trägt erheblich zu einem ausbalancierten landschaftsökologischen Wirkungsgefüge bei. Die Funktions- und Nutzungsfähigkeit des Naturhaushaltes insbesondere bezüglich der Naturgüter Boden, Wasser, Luft und Klima wird durch die ausgleichenden Wirkungen des Waldes in besonderem Maße gewährleistet.

## 2.9.4 Abgrenzung

Die rechtsverbindlich ausgewiesenen Flächen mit besonderer Funktion für den Natur- und Landschaftsschutz werden aus amtlichen Quellen, in der Regel digital, in die Waldfunktionskartierung übernommen. Die in Ausweisung befindlichen Gebiete können wegen der teils langen Ausweisungsverfahren ebenfalls integriert und als „geplant“ dargestellt werden.

Bei den Flächen ohne rechtliche Bindung gelten die Definitionen und Abgrenzungskriterien der einzelnen Länder, die von den jeweiligen landesspezifischen oder regionalen Besonderheiten geprägt sind. Insofern lassen sich keine bundesweit geltenden Regeln aufstellen, sondern es können nur grobe Anhaltspunkte zur Abgrenzung aufgezeigt werden:

- Schutzwürdige, wertvolle Biotope: Soweit Flächenabgrenzungen aufgrund von systematischen Kartierungen mit präzisen Kartieranleitungen vorliegen, die ein einheitliches Vorgehen sichern, können die Ergebnisse in der Regel in die Waldfunktionskartierung übernommen werden. Ansonsten sind Kriterien heranzuziehen, die vor allem die Seltenheit und Gefährdungen von Arten und Biotoptypen berücksichtigen.
- Waldrefugien oder Kernflächen Naturschutz werden von Waldbesitzenden festgelegt und durch betriebliche Selbstbindung z. B. über die Forsteinrichtung gesichert.
- Alte Waldstandorte und Flächen mit Habitattradition sollten mindestens 250 Jahre ununterbrochen Wald – möglichst mit naturnaher Bestockung – sein. Sie lassen sich am besten anhand der Darstellungen in historischen Karten abgrenzen, gegebenenfalls können Hinweise aus alten Forsteinrichtungswerken hilfreich sein.
- Historische Waldnutzungsformen: Intakte und noch bewirtschaftete Hute-, Mittel- und Niederwälder sind den örtlichen Forstbehörden bekannt und werden in der Regel über die Forsteinrichtung kartiert.
- Parkwälder und Arboreten, die aus landschaftsästhetischen und dendrologischen Gründen eine besondere Rolle bei der Waldbewirtschaftung bzw. Landschaftspflege spielen.
- Wildtierkorridore, wie z. B. im Generalwildwegeplan von Baden-Württemberg dargestellt, werden von Fachbehörden oder den forstlichen Landesanstalten entwickelt und kartografisch aufbereitet.
- Nationales Naturerbe: Die Übertragungsflächen sind beim Bundesamt für Naturschutz gelistet und werden nachrichtlich übernommen.
- Landschaftsprägende Waldbestände: Bei diesen Waldflächen stehen landschaftsästhetische und damit zum Teil subjektive Gesichtspunkte im Vordergrund. Erfasst werden Wälder, die aufgrund ihrer besonderen Lage und ihrer Struktur das Landschaftsbild prägen. Für kleine Waldflächen oder Waldinseln in ausgeräumten Agrarlandschaften kann als Kartierkriterium ein bestimmtes Bewaldungsprozent, das sich nach länderspezifischen und regionalen Besonderheiten richtet, festgelegt werden.
- Schützenswerte Geotope wie z. B. Dolinen (Erdfälle), mar-

kante Felswände oder Aufschlüsse durch den Abbau von oberflächennahen Lagerstätten (Steinbrüche, Sand- und Tongruben sowie weitere Tagebaue) werden in der Regel von Fachbehörden für Geologie oder Bodenforschung erfasst und in die Waldfunktionskartierung übernommen.

## 2.9.5 Behandlungshinweise

Die Behandlung der Waldflächen mit besonderer Funktion für den Naturschutz richtet sich bei den Flächen mit gesetzlicher Rechtsbindung nach dem jeweiligen Schutzzweck, den vorhandenen Schutzobjekten (Lebensräume, Arten, Natur- und Kulturlandschaft) und der zulässigen Bewirtschaftung. Verbindliche Pflege- und Entwicklungspläne (soweit vorliegend z. B. zu geschützten Biotopen, Naturschutzgebieten oder Biosphärenreservaten) bzw. Bewirtschaftungspläne (NATURA 2000 Gebiete) konkretisieren die jeweiligen Zielvorgaben und sind als Grundlage für eine naturschutzfachlich anerkannte Behandlung der belegten Waldflächen zu berücksichtigen.

Die Flächen ohne Rechtsbindung dienen unterschiedlichsten Schutzzwecken. Bezüglich der Behandlung können daher einerseits Erhaltungs- und Sicherungsmaßnahmen im Vordergrund stehen (z. B. bei Biotopen oder geologisch interessanten Naturgebilden), andererseits aber auch gezielte Pflegemaßnahmen für gewünschte Strukturentwicklungen notwendig sein (z. B. bei landschaftsprägenden Waldbeständen). Insbesondere zum Erhalt von historischen Waldnutzungsformen sollen die entsprechenden Bewirtschaftungsformen wiederaufgenommen bzw. fortgeführt werden.

Bei den Waldflächen mit besonderer Bedeutung für den Landschaftsschutz trägt die forstliche Bewirtschaftung dazu bei, den typischen Charakter, die Vielfältigkeit und die Schönheit bestimmter unter Schutz stehender Natur- oder Kulturlandschaften zu bewahren. Streng geometrische, auffällige Nutzungen sollten vermieden werden. Bei der Bestandenserneuerung ist ein breites Spektrum vorrangig gebietsheimischer Baumarten zu berücksichtigen. Zudem kann die vereinzelte Einbringung landschaftsästhetisch besonders wirkungsvoller Baumarten die Schönheit einer Landschaft noch unterstreichen. Außerdem sollte die Entwicklung strukturreicher Waldaußenränder und Innensäume z. B. entlang von Gewässern und Wegen als landschaftsbelebende Elemente besonders berücksichtigt werden.

## 2.9.6 Neuanlage von Wald

Neuaufforstungen stellen, insbesondere in waldarmen Gebieten oder im Bereich landwirtschaftlicher Intensivflächen, eine ökologische Aufwertung dar. Kritisch sind Neuaufforstungen und Wald aus natürlicher Sukzession immer dann, wenn es sich um naturschutzfachlich hochwertige (Grenzertrags-)Standorte handelt, und in sehr waldreichen Regionen. Einige Bundesländer tragen diesen Gesichtspunkten in besonderer Weise Rechnung, indem sie eine Kategorie „Waldfrei zu haltende Flächen“ ausweisen.

## 2.10 Wald mit besonderer Funktion für die Kultur

### 2.10.1 Allgemeines

Kulturdenkmäler sind Zeugnisse menschlicher Geschichte und erdgeschichtlicher Entwicklung. Der Wald schützt den Erhalt und das charakteristische Erscheinungsbild der darin befindlichen Denkmale oder ist in bestimmten Fällen selbst ein kulturhistorisches Denkmal bzw. Dokument historischer Nutzungsformen. In erster Linie zählen zu Wäldern mit besonderer Funktion für die Kultur die Schutzgebiete der Denkmalschutzgesetzgebung.

### 2.10.2 Definition

Kulturhistorisch bedeutsame Objekte (im Folgenden auch als Kulturdenkmale bezeichnet) umfassen Bau- und Bodendenkmäler (= Einzelobjekte) sowie Denkmalensembles, soweit sie nach Denkmalschutzrecht geschützt sind. Zu den Baudenkmalern zählen z. B. Befestigungsanlagen, Steinkreuze und Kirchen. Bodendenkmäler sind bewegliche oder unbewegliche Sachen, bei denen es sich um Zeugnisse, Überreste oder Spuren menschlicher Kultur oder Fossilien handelt, die im Boden verborgen sind oder waren (z. B. Grabhügel, Wallstätten, Wüstungen und Landwehren, paläontologische Objekte). Ensembles sind funktional zusammengehörende, beieinander liegende Denkmäler, die als Verbund und mit den dazwischen liegenden (Wald-)Flächen geschützt sind (z. B. Burganlagen) oder aber auch die dem Denkmalschutz unterliegenden Parkanlagen und Arboreten.

Es gibt kein Bundesdenkmalschutzgesetz. Die Länder sind in der Ausgestaltung des Denkmalschutzrechtes im Rahmen der bestehenden internationalen Abkommen und Vorschriften frei. Dies führt zwangsläufig zu unterschiedlichen Bestimmungen und voneinander abweichenden Begrifflichkeiten (z. B. Denkmalschutzgebiete, Grabungsgebiete, archäologische Reservate, archäologische Schutzgebiete).

### 2.10.3 Wirkungen

Bei Kulturdenkmälern steht der dauerhafte Erhalt im überlieferten Zustand im Vordergrund. Dies umfasst

- den pfleglichen Umgang, was sich zunächst an die Eigentümerinnen und Eigentümer bzw. Waldbesitzende, aber auch an Besucherinnen und Besucher richtet, sowie
- den Schutz vor Eingriffen (Beeinträchtigung, Beschädigung, Beseitigung oder Zerstörung), was auch für die Raumordnung und die Allgemeinheit (z. B. bei der Erholungsnutzung) von Belang ist.

Durch die Eintragung in ein Denkmalschutzregister wird ein zusätzlicher besonderer Schutz erzielt, der für alle Aktivitäten in und an Denkmälern (z. B. Burgfeste) einen Genehmigungsvorbehalt der Denkmalschutzbehörde vorsieht.

### 2.10.4 Abgrenzung

Kulturdenkmäler werden nach dem Denkmalschutzrecht der Länder ausgedeutet. Die durch die Behörden erfolgte Abgrenzung hat rein deklaratorischen Charakter. In die Waldfunktionskarte werden alle Boden- und Baudenkmäler aus dem Denkmalschutzregister (auch Denkmalliste, Denkmalregister oder Bodendenkmäler-Kartei) eines Landes übernommen, die sich im Wald oder in unmittelbarer Waldnähe (sachlicher- oder räumlicher Zusammenhang) befinden. Vor Übernahme in die Waldfunktionskartierung sollte mit den Denkmalschutzbehörden die womöglich unerwünschte Veröffentlichung sensibler Informationen abgestimmt werden.

Daneben werden in einigen Ländern Waldflächen kartiert, die kulturhistorisch wertvolle Objekte enthalten, die nicht nach deren Denkmalschutzgesetzen geschützt sind. Außerdem können historische Waldbauformen (z. B. Mittel-, Nieder-, Hutewälder) erfasst werden, die sowohl als Anschauungsobjekte als auch der Forschung dienen.

Die Darstellung erfolgt als Punktinformation (z. B. einzelne Hügelgräber), Linieninformation (hist. Wege oder Wallanlagen) oder flächig (z. B. Ensembles, Wüstungen, Landwehren oder Hügelgrabfelder).

### 2.10.5 Behandlungshinweise

Wald stellt für Kulturdenkmäler, insbesondere Bodendenkmäler die ideale, schützende Umgebung dar.

Für die Waldbesitzenden ergeben sich mehrere Handlungsebenen:

- Erhaltungspflicht in Abstimmung mit der zuständigen Behörde (§ 11 Abs. 2 BWaldG; Landeswaldgesetze).
- Bei betrieblichen Maßnahmen wie z. B. Holzbringung und v. a. dem Wegebau ist ein striktes Beeinträchtigungsverbot zu beachten.
- Maßnahmen, die eine bessere Präsentation des Denkmals (z. B. bei Ruinen) bewirken, sind oft erwünscht, z. B. parkähnliche Strukturen um Denkmäler oder Offenhaltung.

### 2.10.6 Neuanlage von Wald

Wald stellt für Bodendenkmale die ideale Nutzungsart bzw. der beste Schutz dar. Landschaftlich exponierte (Bau-)Denkmale (z. B. Ruinen) können allerdings in ihrem Erlebniswert unter Neuaufforstungen, aber auch unter Sukzessionen leiden.

## 2.11 Wald mit besonderer Funktion für Genressourcen

### 2.11.1 Allgemeines

Die genetische Vielfalt der Waldbäume und –sträucher ist Grundlage der Anpassbarkeit an die gegenwärtigen Umweltbedingungen und Voraussetzung für die Erhaltung der Anpassungsfähigkeit an zukünftige Einflüsse. Mit der Bereitstellung von geeignetem forstlichen Vermehrungsgut kann die qualitative und quantitative Leistungsfähigkeit (z. B. Resistenz und Resilienz gegen biotische und abiotische Einflüsse) neuer Waldbestände gesteuert werden. Die Erhaltung von Beständen und Samenplantagen zur Gewinnung von forstlichem Vermehrungsgut sowie forstliche Genressourcen (genetische Vielfalt der Waldbäume und –sträucher) sind daher von besonderer Bedeutung.

### 2.11.2 Definition

Diese Waldflächen dienen der Gewinnung von forstlichem Vermehrungsgut zur Förderung der Forstwirtschaft sowie der Erhaltung und Nutzung der genetischen Vielfalt der in den Wäldern vorkommenden Baum- und Straucharten.

### 2.11.3 Wirkungen

Die genetische Vielfalt der Waldbäume und –sträucher ist Ergebnis der Anpassbarkeit an die gegenwärtigen Umweltbedingungen und Voraussetzung für die Erhaltung der Anpassungsfähigkeit an zukünftige z. B. klimabedingte Änderungen. Bestände und Samenplantagen zur Gewinnung von forstlichem Vermehrungsgut sowie zur Sicherung der forstlichen Genressourcen sind daher für die ökonomische Nachhaltigkeit der Forstwirtschaft und ökologische Vielfalt und Stabilität des Waldes von besonderer Bedeutung.

### 2.11.4 Abgrenzung

Nach dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) werden Saatguterntebestände, Samenplantagen und Klonsammlungen zugelassen. Sie werden im Rahmen der Zulassung genau beschrieben, räumlich abgegrenzt und in das Zulassungsregister des jeweiligen Landes eingetragen.

Bestände und Samenplantagen für Baumarten, die nicht dem FoVG unterliegen, werden durch die DKV – Gütegemeinschaft für forstliches Vermehrungsgut e. V. als Sonderherkünfte (Zertifizierung von genetisch hochwertigem Vermehrungsgut) ausgewiesen und in einigen Bundesländern in die Waldfunktionskartierung übernommen.

Zur Erhaltung der genetischen Vielfalt des Waldes werden in den Ländern Bestände, Gruppen und Einzelexemplare von Bäumen und Sträuchern als Generhaltungsobjekte ausgewiesen. Die Ausweisung und Registrierung erfolgt in der Regel durch die Forstlichen Versuchsanstalten.

### 2.11.5 Behandlungshinweise

Maßnahmen in diesen Waldflächen, die Auswirkungen auf die Zulassung haben können, sollten mit den in den Ländern für die Zulassung für Forstvermehrungsgut und für die forstliche Generhaltung zuständigen Stellen abgestimmt werden.

Die Behandlung von Beständen zur Gewinnung von forstlichem Vermehrungsgut sollte so erfolgen, dass die Bäume reichlich und häufig fruktifizieren und gut zu beernten sind. Auf die Erhaltung von benachbarten Beständen, die der Abschirmung vor Polleneintrag der gleichen Art dienen, ist zu achten. Vergleichsprüfungen, Samenplantagen, Ausgangsmaterial mit Klonen und Klommischungen unterliegen speziellen von den betreuenden Forstlichen Versuchsanstalten vorgegebenen Behandlungsrichtlinien.

Bei Generhaltungsobjekten kann genetisches Material für Generhaltungs-, Forschungs- und sonstige forstliche Zwecke entnommen werden, soweit keine Beeinträchtigung der Objekte selbst erfolgt. Die Bewirtschaftung zielt auf die Erhaltung möglichst vieler Altbäume und ihre natürliche Verjüngung ab (keine drastische Reduzierung der Stammzahl, keine ausschließliche Entnahme der schlechtesten bzw. besten Phänotypen, keine Einbringung von ungeeignetem oder ungeprüftem Pflanzenmaterial), sowie auf einen besonderen Schutz vor Schäden.

### 2.11.6 Neuanlage von Wald

Bei der Neuanlage von Wald in unmittelbarer Nähe insbesondere von Samenplantagen aber auch von forstlichen Generhaltungsobjekten ist im Umkreis von ca. 400 m auf die Pflanzung der Baumart der Plantage sowie einkreuzbarer Arten zu verzichten.

## 2.12 Wald mit besonderer Funktion für die Forschung (Versuchsflächen)

### 2.12.1 Allgemeines

Wald für Forschung und Lehre dient im besonderen Maße der forstlichen, aber auch der wildökologischen Forschung. Ausgeschieden werden forstliche Versuchsflächen und Wildforschungsgebiete. Wildforschungsflächen werden nach der Jagdgesetzgebung der Länder ausgeschieden. Die Naturwaldreservate oder Bannwälder einiger Bundesländer (z.B. Hessen, Baden-Württemberg) dienen ebenfalls Forschungszwecken; aufgrund ihrer insgesamt hohen Naturschutzrelevanz sind diese jedoch den Waldflächen mit besonderer Funktion für den Natur- und Landschaftsschutz (siehe Kapitel 2.9) zugeordnet.

### 2.12.2 Definition

Versuchsflächen für die Forschung werden sowohl von überregional tätigen wissenschaftlichen Institutionen (z. B. von Thünen-Institut) als auch von den forstlichen Institutionen der Länder sowie von Universitäten und Fachhochschulen betrieben. Die Versuchsflächen dienen der langfristigen wissenschaftlichen Waldforschung, z. B. zum Waldwachstum, Herkunftsversuche oder der Waldökologie.

### 2.12.3 Wirkungen

Die Versuchsflächen dienen ausschließlich dem jeweiligen Forschungszweck. Aufgrund der Langfristigkeit forstlicher Forschung ist ein dauerhafter Erhalt der Flächen und ihrer Einrichtungen unabdingbar.

### 2.12.4 Abgrenzung

Forstliche Versuchsflächen werden von den forstlichen Versuchseinrichtungen (Anstalten und Universitäten) in Abstimmung mit dem jeweiligen Eigentümer und Eigentümerinnen angelegt und betreut. Eine Zusammenstellung aller forstlichen Versuchsflächen ist über die jeweils zuständigen forstlichen Institutionen der einzelnen Länder verfügbar.

### 2.12.5 Behandlungshinweise

Die Behandlung der forstlichen Versuchsflächen erfolgt auf der Grundlage der jeweiligen wissenschaftlichen Zielsetzungen in Abstimmung mit den zuständigen forstlichen Institutionen.

### 2.12.6 Neuanlage von Wald

Die Neuanlage von Wald in unmittelbarer Nähe von forstlichen Versuchsflächen muss so gestaltet werden, dass sie die langfristige wissenschaftliche Waldforschung nicht unzumutbar beeinflusst und den jeweiligen wissenschaftlichen Zielsetzungen nicht entgegensteht.



# ERHOLUNGSWALD

# 3 ERHOLUNGSWALD

## 3.1 Allgemeines

Wälder haben wegen ihrer physischen und psychischen Erholungswirkung eine große Bedeutung für die Gesundheit/-vorsorge und die Freizeitgestaltung vieler Menschen.

Vor allem im Umfeld größerer Städte wird fast jeder Wald regelmäßig zur Erholung aufgesucht. Dem gegenüber bezieht sich in den ländlichen Regionen die besondere Erholungsfunktion des Waldes oft auf einzelne Waldteile oder Randbereiche von Wäldern in der Nähe von Städten, größeren Gemeinden, Kur- und Erholungsorten sowie besondere touristische Einrichtungen, Wege und Ausflugsziele.

## 3.2 Definitionen

Bei der Waldfunktionskartierung werden alle diejenigen Waldflächen mit der Funktion "Erholung" erfasst, die wegen einer auffallenden Inanspruchnahme durch Erholungssuchende eine besondere Bedeutung für die Erholung der Bevölkerung haben oder die auf Grundlage der Landeswaldgesetze zu Erholungswald erklärt wurden.

Eine besondere Erholungsfunktion leisten im regionalen Vergleich überdurchschnittlich stark besuchte Wälder (Intensitätsstufe II). Eine darüber hinausgehende, außerordentliche Erholungsfunktion haben Wälder, die so intensiv besucht werden, dass ihr forstliches Management maßgeblich von der Erholung mitbestimmt wird (Intensitätsstufe I).

## 3.3 Wirkungen

Wälder sind naturnahe Umwelten, die einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Lebensqualität großer Bevölkerungsgruppen leisten (HEALTH COUNCIL OF THE NETHERLANDS AND DUTCH ADVISORY COUNCIL OF RESEARCH ON SPATIAL PLANNING NATURE AND THE ENVIRONMENT, 2004) und zur Zufriedenheit mit der Wohnumgebung beitragen (KAPLAN & AUSTIN, 2004). Darüber hinaus ermöglicht die Vielfalt der im Wald ausführbaren Aktivitäten notwendige Erholungsprozesse wie mentales Abschalten, Entspannung, aber auch Abwechslung und Herausforderung (SONNENTAG & FRITZ, 2007).

Die physische Erholungswirkung des Waldes hängt mit dem gegenüber dem Freiland ausgeprägten Binnenklima zusammen (SMITH & SMITH, 2008). Wald gleicht Extreme wie Hitze, Kälte, starken Wind, Luftfeuchtigkeit und intensive Sonneneinstrahlung aus. Auch eine psychische Erholungswirkung von Wald kann in Studien nachgewiesen werden (KAPLAN & KA-

PLAN, 1989; HARTIG et al., 2003) und wird im Zusammenhang mit der Natürlichkeit und Ursprünglichkeit von Waldflächen (REIF & GÄRTNER, 2006) gesehen. Durch die optischen, akustischen und geruchlichen Sinneseindrücke wird quasi ein „anderer Raum betreten“ (ENSINGER et al., 2012).

Wenn Menschen begründen, warum sie in den Wald gehen, werden am häufigsten frische Luft, das Naturerlebnis, Bewegung, Ruhe und Erholung als Motive genannt. Wald wird als Kontrast zur Luftverschmutzung, zunehmender Lärmbelästigung und Stress erlebt (WURSTER et al., 2012). Dies kann als Hinweis für die in Studien nachgewiesene ausgleichende Wirkung von Erholung in der Natur auf die sonstigen Bedingungen von Menschen verstanden werden (DEGENHARDT & BUCHECKER, 2008).

Von besonderer Bedeutung sowohl für die physische, psychische als auch soziale Gesundheit ist die im Wald mögliche Bewegung (HAGENBUCH et al., 2011). Durch die freie und kostenlose Zugänglichkeit stellt Wald eine wichtige Gesundheitsressource für die ganze Bevölkerung dar (WURSTER et al., 2012). Zudem bietet Wald als sozialer Raum Möglichkeiten der Begegnung und Kontakte sowie Gelegenheiten zu kollektiven Naturerlebnissen (ABRAHAM et al., 2007).

## 3.4 Abgrenzung

### 3.4.1 Erholungswald mit gesetzlicher Rechtsbindung

Auf der Grundlage des § 13 Bundeswaldgesetz in Verbindung mit den Waldgesetzen der Länder können Wälder z. B. durch Rechtsverordnung zu Erholungswald erklärt werden, wenn es das Wohl der Allgemeinheit erfordert, Waldflächen für Erholungszwecke zu schützen, zu pflegen oder zu gestalten. In Frage kommen dabei insbesondere Wälder in Ballungsräumen (verdichtete Räume), in der Nähe von Städten und größeren Siedlungen, Heilbädern sowie Kur- und Erholungsorten, die im besonders starken Maße für die Erholungsnutzung in Anspruch genommen werden.

Die Erklärung von Erholungswald kann mit Auflagen verbunden werden, insbesondere zur Waldbewirtschaftung, zu Beschränkungen der Jagd, zur Ausstattung mit Erholungseinrichtungen und zum Verhalten der Waldbesucher und Waldbesucherinnen.

### 3.4.2 Wald mit besonderer Erholungsfunktion ohne gesetzliche Rechtsbindung

Wald mit besonderer Erholungsfunktion ohne gesetzliche Rechtsbindung wird in zwei Intensitätsstufen ausgewiesen (s. Definition).

Das Kriterium für die Feststellung und Differenzierung ist die Zahl der Waldbesuchenden. Bei der Intensitätsstufe II sind im regionalen Vergleich regelmäßig überdurchschnittlich viele Waldbesuchende anzutreffen. Die Intensitätsstufe I grenzt sich davon durch außerordentlich hohe Zahlen von Waldbesuchenden ab. Die absolute Anzahl der Waldbesuchenden ist nicht ermittelbar, deshalb sind folgende Anhaltspunkte für die Abgrenzung besonderer Erholungsfunktion heranzuziehen:

- Rahmenbedingungen
  - Im Bereich von Städten und Gemeinden
  - Im Bereich von Kur- oder Erholungsorten
  - Gute Erreichbarkeit, zu Fuß, mit dem Rad, öffentlichem Nahverkehr oder Auto
- Erholungseignung
  - Ausflugsziele, historische Objekte und Naturschönheiten sowie Erholungsschwerpunkte. (Erholungsschwerpunkte sind Anlagen oder Einrichtungen, die im Zusammenhang mit der Walderholung an Spitzentagen geschätzt mehr als 100 Besuchende haben. Die Erholungsschwerpunkte werden in den Waldfunktionenkarten dargestellt.)
  - Gute Erschließung
  - Markierte Wege und Wegesysteme für Spazierengehen, Wandern, Radfahren, Wintersport oder Reiten
  - Waldparkplätze, Infotafeln und Erholungseinrichtungen wie Waldlehrpfade, Waldspielplätze, Fitnessparcours, Bänke und Schutzhütten
  - Relative Störungsintensität (z. B. Lärm, Immissionen) in Abhängigkeit der räumlichen Lage (Verdichtungsraum versus ländlicher Raum)
- Forstbetrieb, wirtschaftliche Erfordernisse
  - Durch die Erholung bedingter Mehraufwand beispielsweise für das Wegesystem, die Verkehrssicherung oder die Abfallbeseitigung
  - Forstliche Maßnahmen zur Verbesserung des Erholungswertes werden oder wurden durchgeführt
- Weitere Anhaltspunkte
  - Gebiete nach dem Bundesnaturschutzrecht (z. B. Naturparke, Landschaftsschutzgebiete, Naturschutzgebiete, Naturdenkmale), soweit sie die Erholung nicht durch Betretungsverbote einschränken

- Es existiert ein Konzept zur Optimierung der Erholungsfunktion des Waldes
- Informationen von Gemeinden oder Organisationen über Erholungsmöglichkeiten in bestimmten Wäldern (z. B. Veranstaltungen, Informationstafeln, Flyer, Internetauftritt)

Darüber hinaus gilt für Wald mit außerordentlicher Bedeutung für die Erholung (Intensitätsstufe I) im Sinne der Waldfunktionenkartierung, dass die Bewirtschaftung des Waldes maßgeblich von der Erholung mitbestimmt wird. Die Erholungsfunktion hat beispielsweise dann große forstliche Relevanz, wenn eine besondere Notwendigkeit der Rücksichtnahme aufgrund Erholungssuchender bei Maßnahmen besteht, wie bei der Holznutzung, dem Wegebau und –unterhalt und der Waldästhetik.

Die Kartierung von Erholungswäldern der Intensitätsstufen I und II kann z. B. auf der Grundlage einer Einschätzung der Wegfrequenz (z. B. Rheinland-Pfalz) oder einer Modellierung der Erholungsnutzung von Wäldern (z. B. Baden-Württemberg) vorgenommen werden.

In Rheinland-Pfalz wird eine gutachtliche (flächige) Kartierung des Erholungswaldes ausgehend von dem Wegenetz angestrebt. Zwar bewegen sich Erholungssuchende vor allem auf Wegen und halten sich an attraktiven Orten auf. Weil aber der Wald seine Erholungswirkungen (Ruhe, Waldklima, Erleben der freien Natur, ästhetische Eindrücke) erst ab einer gewissen Ausdehnung entfaltet, sind die Bereiche ausgehend von den häufig frequentierten Wegen und Erholungsschwerpunkten mit einer Tiefe bzw. einem Radius von rund 200 m als Erholungswälder darzustellen. Dabei sollten die Flächen im Interesse geschlossener Bewirtschaftungseinheiten arrondiert und möglichst klare Grenzen (Wald- oder Abteilungsgrenzen, Straßen, Waldränder) dargestellt und ungeeignete Gebiete ausgenommen werden.

Die an das Frequentierungsnetz angrenzenden Waldflächen haben eine besondere Bedeutung für die Erholung. Sie dienen zum Teil der direkten Inanspruchnahme durch Begang, als visueller Raum und als Ruhezone. An diesen Inanspruchnahmen orientiert, kann in einer ersten Phase der Erholungswald um das Frequentierungsnetz in entsprechenden Abständen angenommen werden (siehe Tabelle 6).

<b>Begangraum</b>	maximal 100 m, in der Regel nicht tiefer als 50 m
<b>visueller Raum</b>	ohne Berücksichtigung von Standorten mit Fernblicken, je nach Bestandsstruktur und Morphologie mindestens 30 m (eine Baumlänge) bis mehrere 100 m
<b>Ruheraum</b>	mindestens 100 m, bei Berücksichtigung von z. B. Verkehrsstrassen, ggf. bis zu 1000 m

Tabelle 6: Wirkungsraum entlang von Wegen auf die Erholung im Wald (Dirk Ueckermann, Landesforsten Rheinland-Pfalz, 2006). Die Tabelle dient als Grundlage für gutachtliche Kartierung der Erholungswälder.

In einer zweiten Phase sollte die Gebietskulisse nach gutachterlicher Gewichtung der oben genannten Anhaltspunkte auf Grundlage örtlicher Kenntnisse geprüft und angepasst werden. Die Nutzung einer Beurteilungsmatrix kann hilfreich sein, um eine vergleichende Beurteilung von Erholungswäldern vorzunehmen, bisherige Einordnungen hinsichtlich Plausibilität zu prüfen (siehe Tabelle 8).

In Baden-Württemberg wird der Ansatz verfolgt, die Ausweisung und Abgrenzung der Erholungswälder auf eine aktuelle wissenschaftliche Grundlage zu stellen und nach objektiv messbaren Kriterien in Geoinformationssystemen zu modellieren. Die GIS-basierte Neukartierung berücksichtigt dabei auf sozialempririscher Grundlage die aktuelle Inanspruchnahme des Waldes als Erholungsraum. Zudem bietet das Verfahren die Möglichkeit gesellschaftliche Entwicklungen und dadurch auch sich verändernde Ansprüche an den Wald abzubilden. Auf dieser Grundlage können forstliche Managementkonzepte und Empfehlungen für Nutzungskonzeptionen für verschiedene Zielgruppen abgeleitet werden. Die Methodik wird im Folgenden genauer erläutert (nach MOHAUPT et al., 2013).

Die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) hat 2008 begonnen, einen Forschungsschwerpunkt „Walderholung und Tourismus“ aufzubauen. Ziel ist die Erfassung und Kartierung der Erholungsnutzung der Wälder durch die Bevölkerung. Zudem wurde eine Kooperation mit der Universität Freiburg, Professur für Forst- und Umweltpolitik und der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Gruppe Sozialwissenschaftliche Landschaftsforschung aufgebaut. Das Verhalten der Besuchenden im Wald und seine Wahrnehmung als Erholungsraum sind eng mit gesellschaftlichen Prozessen verknüpft, die einem stetigen Wandel unterliegen. Einflussfaktoren wie der demographische Wandel, sich verändernde Lebenswirklichkeiten oder neue Mobilitätsformen beeinflussen die Nutzung des Waldes und beeinflussen die gesellschaftlichen Ansprüche an ihn.

Im Forschungsschwerpunkt der Abteilung Wald und Gesellschaft werden aktuelle Daten über die Erholungsnutzung der Wälder erfasst. Hierfür wurden zwischen 2009 und 2012 zwei

telefonische Umfragen in Baden-Württemberg mit jeweils 2000 Befragten sowie 25 qualitative Interviews durchgeführt. Ziel der Befragungen war es, nicht nur Angaben darüber zu erhalten, wie viele Personen den Wald wie oft und zu welchen Zwecken nutzen, sondern auch herauszufinden, wie Wald wahrgenommen, erlebt und zur Erholung genutzt wird.

Aus den Ergebnissen wurde in Kombination mit Geodaten des Landesamtes für Geoinformation und Landentwicklung sowie Daten des statistischen Landesamtes die Intensität der Inanspruchnahme von Wäldern durch Erholungssuchende anhand räumlicher Analysen modelliert. Um die Befragungsergebnisse in eine Erholungswaldkartierung umzusetzen, entwickelte die FVA ein GIS-basiertes Modell, das sich periodisch an die Veränderungen der Erholungsnutzung anpassen lässt. Mit einem Teil der aus den sozialempririschen Daten gewonnenen Parameter als Eingangsvariablen (siehe Tabelle 7), bildet es modellhaft die Verteilung der Waldbesuchenden vom Wohnort zum Wald und ihre Bewegung im Wald ab. Dabei spielt zum einen die aus den Umfragen ermittelte Aufenthaltsdauer eine wesentliche Rolle, zum anderen fließen spezifische Landschaftsrequisiten als Attraktoren in das Modell ein.

Ausgangspunkt sind Netzwerkanalysen auf dem Straßen- und Wegenetz für verschiedene Bewegungsprofile (siehe Tabelle 7). Auf dem Netzwerk werden Erreichbarkeitsanalysen, sogenannte „Service Areas“ oder Einzugsgebiete, errechnet (siehe Abbildung 5). Sie decken alle Bereiche ab, die von einem bestimmten Punkt aus innerhalb der durch die Erhebung vorgegebenen Zeit erreicht werden können. Grundprinzip der Modellierung der Waldbesuchendenfrequenz ist die Übertragung von Einwohnerzahlen und Übernachtungsgästen. Die Analyse erfolgt in zwei Teilschritten:

- In Analyse A verteilen sich die Waldbesuchenden von den Ortslagen über 15 minutige Einzugsgebiete auf die Waldeingänge und werden hier aufsummiert.
- In Analyse B werden sie von diesen über bis zu zweistündige Einzugsgebiete auf die Waldwege verteilt. Die Einzugsgebiete überlagern sich auf den Wegen, ihre Einwohneranzahl wird addiert.

Wie kommen Menschen zum Wald? <small>(Mehrfachnennung möglich)</small>	Wie lange brauchen Menschen zum Wald? <small>(kumulativ)</small>	Wie lange verweilen Menschen im Wald? <small>(kumulativ)</small>	Welche Wege bevorzugen Menschen im Wald; welche Landschaftseigen-schaften sind beliebt?
Zu Fuß: 71 %	5 Minuten: 33 %	30 Minuten: 25 %	Kategorien: Traufweg, Wanderweg, Radwanderweg, Mountainbikestrecke, Loipe ..... Nähe bis 500 m zu Fließgewässern, Stillgewässern, Aussichtspunkten/-türmen, Badestellen
Mit dem Fahrrad: 13 %	10 Minuten: 50 %	60 Minuten: 66 %	
Mit dem Auto: 35 %	15 Minuten: 78 %	90 Minuten: 77 %	
Sonstige: 5 %	30 Minuten: 97 %	120 Minuten: 90 %	

Tabelle 7: Modellparameter aus den sozialempririschen Umfragen zur Erholungsnutzung der Wälder in Baden-Württemberg.

Die Verteilung erfolgt getrennt für die Bewegungsprofile und normativ nach einem aus den sozioempirischen Erhebungen abgeleiteten Schlüssel. Hierbei werden auch die besonders häufig genannten Präferenzen der Waldbesuchenden bezüglich der Wegebeschaffenheit und landschaftlichen Requisiten berücksichtigt. Innerhalb der jeweiligen Bewegungsradien halten sich anteilig mehr Waldbesuchende auf Wander- und Traufwegen oder an Gewässern und Aussichtspunkten auf. Für eine flächige Kartierung werden die Besuchendenzahlen mittels inverser Distanzgewichtung zwischen den Wegen interpoliert und zur Darstellung der Erholungswaldstufen (Wald mit außerordentlicher/besonderer/keiner besonderen Bedeutung für die Erholung) in drei Klassen unterteilt (siehe Abbildung 6). Die Klassengrenzen orientieren sich an den Durchschnittswerten der bisherigen Erholungswaldkarte und wurden normativ angepasst.



### 3.5 Bewirtschaftungsgrundsätze

Die Entwicklung und Pflege eines Erholungswegenetzes ist mit der Erholungsnutzung der Wälder auf das Engste verbunden. Die Gestaltung der Wälder mit besonderer Erholungsfunktion sollte sich an den natürlichen Standortverhältnissen und dem Ziel der Vielgestaltigkeit und des Abwechslungsreichtums orientieren. Gemäß § 14 Abs. 1 BWaldG ist das Betreten des Waldes zum Zwecke der Erholung gestattet. Allerdings geschieht die Benutzung auf eigene Gefahr; dies gilt insbesondere für walddtypische Gefahren<sup>5</sup>.

Im Folgenden werden Möglichkeiten genannt, um die Attraktivität des Waldes in Hinblick auf die besondere Erholungsfunktion beeinflussen zu können:

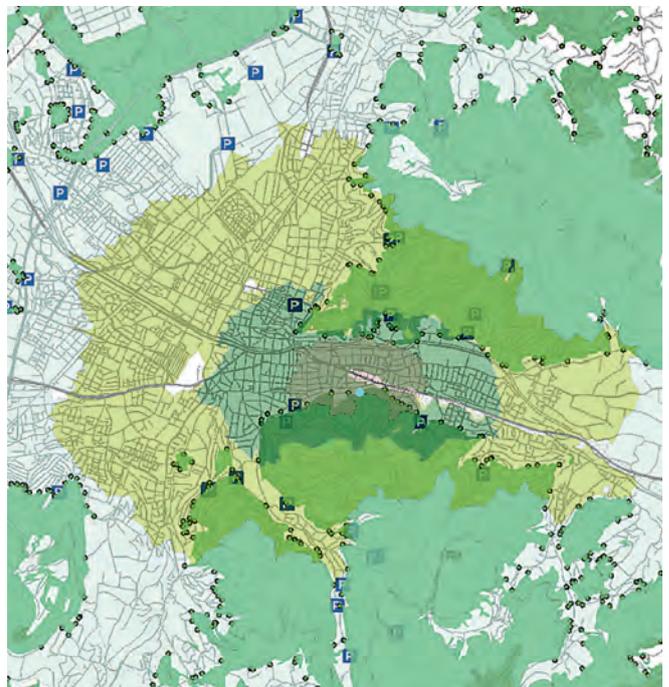


Abbildung 5: Erreichbarkeitsanalysen für den Stadtwald Freiburg; links ist dargestellt, welches Gebiet Menschen zu Fuß innerhalb von 15 Minuten ausgehend von einer Wohnlage (Punkt) erreichen können; rechts ist dargestellt, welches Gebiet innerhalb von 30 min. (dunkelgrün) bzw. 60 min. (hellgrün) ausgehend vom Waldeingang (Punkt) erreicht werden kann.

Die vorläufigen Ergebnisse wurden mit den Unteren Forstbehörden Freudenstadt, Esslingen und Rastatt mit positiver Rückmeldung validiert. Die Befragung der Expertinnen und Experten in den Testlandkreisen, die sowohl den ländlichen als auch den Verdichtungsraum repräsentieren, führte zu weiteren Modellanpassungen. Zudem wurden in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Algorithmen und Datenstrukturen der Universität Freiburg die Rechenzeiten des Modells optimiert. Dabei wurden auch flexiblere Eingabemöglichkeiten und somit bessere Modellanpassungen ermöglicht. In den Jahren 2015 und 2016 soll der Erholungswald in Baden-Württemberg auf Basis dieses Modells neu ausgewiesen werden.

- Erhaltung eines gepflegten Waldwegezustandes (v. a. nach Holzeinschlag und -rückung) insbesondere auf ausgewiesenen Erholungswegen und -pfaden
- Nachhaltige Erhaltung und Pflege der Erholungsinfrastruktur (z. B. Wegebeschilderung, Sitzbänke, Park- und Rastplätze, Walderlebnispfade, Ausblicke) sowie Entfernung unbrauchbarer Einrichtungen
- Maßnahmen zur Lenkung von Besuchenden, z. B. um sensible Bereiche zu schützen

<sup>5</sup> Eine Verkehrssicherungspflicht für den Waldeigentümer zur Abwehr walddtypischer Gefahren besteht im Allgemeinen nicht, wohl aber bei technischen Einrichtungen (vgl. Gerichtsurteil VI ZR 311/11 02.10.2012).

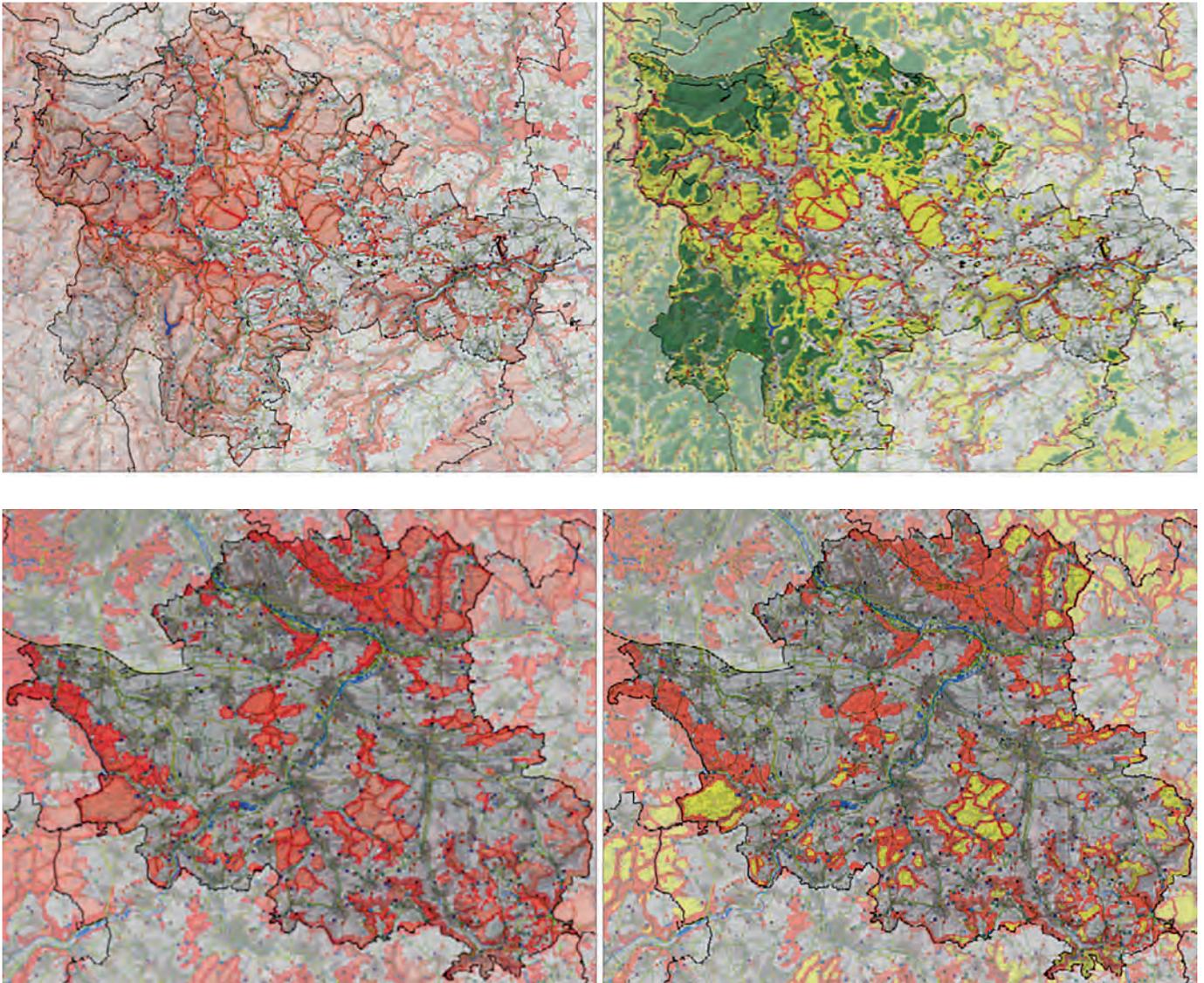


Abbildung 6: Interpolierte Modellierungsergebnisse Kreis Freudenstadt (oben) und Kreis Esslingen (unten), links: ohne Klassifizierung, rechts: Stufe 1 = rot, Stufe 2 = gelb, ohne besondere Erholungsfunktion = grün (vorläufiger Entwurf; Stand September 2015)

- Verlegung der forstlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen in die Zeit mit geringem Aufkommen von Erholungssuchenden
- Erhaltung und Förderung der Struktur- und Artenvielfalt
- Entwicklung und Pflege stufiger und strukturierter Waldinnen- und -außenränder
- Erhöhung der Umtriebszeiten ggf. für ausgewählte Bestände, zur Förderung alter und starker Einzelbäume bzw. strukturreicher Bestände; Erhaltung von alten und markanten Einzelbäumen und Baumgruppen; Erhaltung bzw. Weiterführung historischer Betriebsformen (Nieder-, Mittel-, Hutewald)
- Weitestgehender Verzicht auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln

### 3.6 Neuanlage von Wald

In waldarmen und dicht besiedelten Gebieten ist die Waldmehrung für die Erholungsnutzung in der Regel ein anzustrebendes Ziel.

In waldreichen Gebieten mit einem Bewaldungsprozent von mehr als 70 % sind dagegen Waldneuanlagen kritisch zu beurteilen, da für die landschaftsbezogene Erholung eine abwechslungsreiche, mit offenen Bereichen durchsetzte Waldlandschaft bevorzugt wird.

Anhaltspunkte	Beurteilungskriterien	zutreffend 1 = ja 0 = nein	Punkte	Ergebnis (Spalte 3x4)	Bemerkungen
1	2	3	4	5	6
<b>RAHMENBEDINGUNGEN</b>				<b>Max. 9 Pkt.</b>	
im Bereich von Städten und Gemeinden	Einwohnerzahl und Entfernung; über 50 T Einwohner im 10 km Umkreis der Siedlungsfläche; 5-50 T Einwohner drei km Um- kreis der Siedlungsfläche		3		
Kur-/Erholungsort	Kur- und Erholungsorte im Umkreis der Siedlungsfläche von fünf km		3		
Gute Erreichbarkeit	fußläufig, mit ÖPNV, Auto oder Rad		3		
<b>ERHOLUNGSEIGNUNG</b>				<b>Max. 9 Pkt.</b>	
Ausflugsziele Historische Objekte, Natur- schönheiten sowie Erholungsschwerpunkte	Objekte		2		
Gute Erschließung	Wegenetz (z. B. Reitwege, Loipen)		2		
Wegemarkierung	Markierung		2		
Waldparkplätze und Erholungseinrichtungen (z. B. Infotafeln, Waldspielplätze, Fitness- parcours, Bänke und Schutzhütten)	Anzahl/Dichte		2		
Störungsintensität (z. B. Lärm, Immissionen)	Keine oder geringe Beeinträchtigungen		1		
<b>FORSTBETRIEB, WIRTSCHAFTLICHE ERFORDERNISSE</b>				<b>Max. 9 Pkt.</b>	
Durch die Erholung bedingter Mehraufwand beispielsweise für das Wegesystem, Verkehrssicherung oder Abfall	Aufwand		3		
Einschränkungen für den Forstbetrieb durch die Erholungsfunktion	Einschränkungen		3		
Forstliche Maßnahmen zur Verbesserung des Erholungswertes	Aufwand		2		
Konzept zur Optimierung der Erholungsfunktion des Waldes	existiert		1		

Anhaltspunkte	Beurteilungskriterien	zutreffend 1 = ja 0 = nein	Punkte	Ergebnis (Spalte 3x4)	Bemerkungen
1	2	3	4	5	6
<b>WEITERE KRITERIEN</b>				<b>Max. 3 Pkt.</b>	
Informationen von Gemeinden oder Organisationen über die Erholungsmöglichkeiten des betreffenden Waldes	z. B. Hinweisschilder, Flyer, Internetauftritt				
Konzept zur Optimierung der Erholungsfunktion des Waldes ist vorhanden			1		
Gebiete nach dem Naturschutzrecht	z. B. Naturpark, Naturschutzgebiet, Landschaftsschutzgebiet, Naturdenkmal		1		
Sonstiges z. B. Konflikte zwischen Besuchengruppen			1		
<b>Summe</b>				<b>Max. 30 Pkt.</b>	

Zuordnung zur Intensitätsstufe: I  $\geq$  Bewertungsziffer ; II  $<$  Bewertungsziffer

Erläuterung Bedeutung: 1 = gering; 2 = mittel; 3 = hoch

Tabelle 8: Ergänzende Beurteilungsmatrix zur Einordnung von Erholungswaldgebieten in Stufe I oder II.

Die Matrix dient der vergleichenden Beurteilung bereits ausgewählter Gebiete, nicht der Abgrenzung. Die zu vergebende Punktezahl enthält eine Gewichtung, die Punkte werden vollständig vergeben, wenn das jeweilige Merkmal zutrifft. Je nach den regionalen Verhältnissen sollte ein Erholungswald der Stufe I mindestens einen Gesamtwert von 15 Punkten erreichen.



# KARTOGRAPHIE UND GIS

# 4 KARTOGRAPHIE UND GIS

## 4.1 Allgemeines

Geographische Informationssysteme (GIS) dienen zur Erfassung, Bearbeitung, Organisation, Analyse und Präsentation von räumlichen Daten (ANONYMOUS, 2014a). Die Waldfunktionenkartierung nutzt GIS in vielfältiger Weise. In diesem Kapitel sollen deshalb die GIS Grundlagen der Waldfunktionenkartierung dargestellt werden.

Neben Hard- und Software hebt BILL (2010) als wesentliche GIS-Komponenten die Anwender sowie die Daten hervor. Geodaten werden dabei entweder im Vektor- oder Rasterdatenformat verwaltet. Die Waldfunktionen liegen generell als Vektordaten vor. Zwischenergebnisse bei der Herleitung spezifischer Waldfunktionen können je nach Erstellungsprozess auch als Raster vorkommen. Allen Datensätzen – sowohl Rasterdaten als auch Vektordaten – liegt ein Koordinatenreferenzsystem zu Grunde.

## 4.2 Koordinatenreferenzsystem

Ein Koordinatenreferenzsystem setzt sich aus einem Datum und einem Koordinatensystem zusammen. Das Geodätische Datum beschreibt die Position, den Maßstab sowie die Orientierung der Koordinatenachsen des Koordinatenreferenzsystems zur Erde. Dem Datum liegt dabei ein Referenzellipsoid zugrunde (z. B. Bessel, 1841; Krassowski, World Geodetic System, 1984). Ein Koordinatensystem definiert die Regeln zur zwei- oder dreidimensionalen Positionierung von Objekten.

Die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) hat 1991 die Einführung des Europäischen Terrestrischen Referenzsystems 1989 (ETRS89) als bundeseinheitliches Koordinatenreferenzsystem für die Bereiche Landesvermessung und Liegenschaftskataster beschlossen (ANONYMOUS, 2014b). Dabei soll die Universale-Transversale-Mercator-Projektion (UTM) als Koordinatensystem verwendet werden. Die Migration der Geobasisdaten aus den bisherigen Lagebezugssystemen nach ETRS89/UTM führt jedes Bundesland eigenverantwortlich durch. In einigen Bundesländern erfolgt die Umstellung mit Einführung des AAA-Modells (s. u.) für die Geobasisdaten der Vermessungsverwaltungen.

Der Bezugssystemwechsel der Waldfunktionen erfolgt nach der Migration der Geobasisdaten und somit ebenfalls länderspezifisch. Bis zu diesem Zeitpunkt liegen die Geodaten der Waldfunktionen im gültigen Bezugssystem des jeweiligen Bundeslandes vor. Die Umrechnung der Waldfunktionen nach ETRS89/UTM sollte mit den landesoptimierten Trans-

formationsansätzen erfolgen. Nach der Umstellung auf UTM werden die Waldfunktionen in jedem Bundesland in den entsprechenden länderspezifischen UTM-Streifen vorliegen (siehe Abbildung 7).

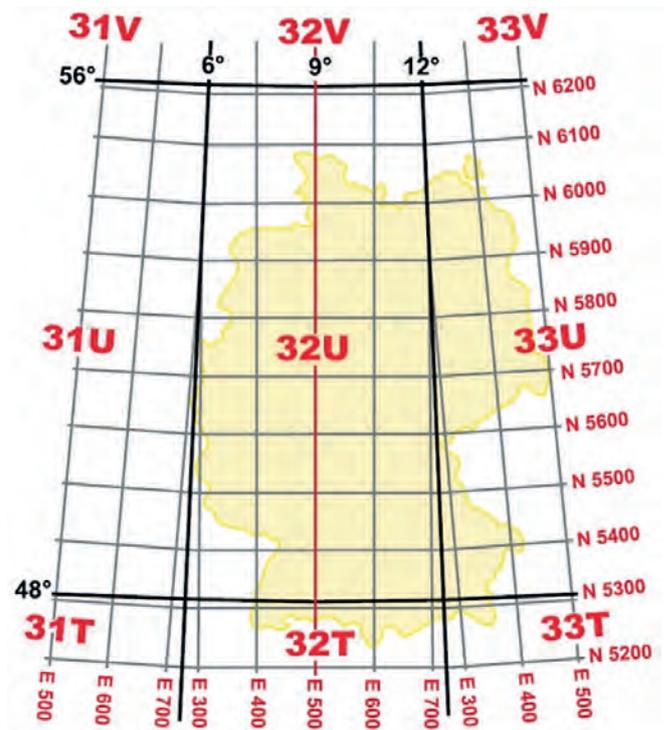


Abbildung 7: UTM-Koordinaten und Zonenfelder für Deutschland (ANONYMOUS, 2014c).

## 4.3 Geodaten

### ■ Geobasisdaten

Die Geobasisdaten sind eine wesentliche Referenz hinsichtlich der räumlichen Lagegenauigkeit sowohl bei der visuellen Betrachtung der Waldfunktionen im GIS als auch bei der manuellen Abgrenzung (Delinierung) von Waldfunktionen.

#### • Digitales Orthophoto (DOP)

Digitale Orthophotos (DOP) sind maßstabsgetreue Abbildungen der Erdoberfläche. Orthophotos werden aus Luftbildern, deren Orientierungsdaten sowie digitalen Höhenmodellen berechnet. Sie bieten dem GIS-Anwender eine geometrisch korrekte, kartengleiche Abbildung der Landschaft (ARBEITSGRUPPE FORSTLICHER LUFTBILDINTERPRETEN, 2012). Luftbildbefliegungen werden inzwischen mit digitalen Aufnahmesystemen durchgeführt. Diese bieten im Vergleich zu analogen Kamerasystemen den Vorteil, dass mehrere Farbkanäle gleichzeitig

aufgenommen werden. Dem GIS-Anwender stehen damit sowohl Echtfarben- als auch Infrarot-Orthophotos zur Verfügung (siehe Abbildung 8). Orthophotos bzw. Luftbilder werden je nach fachlichem Kontext zur Abgrenzung spezifischer Waldstrukturen herangezogen (Baumartenzusammensetzung, Erkennung von stehendem Totholz, Wald-Feld-Abgrenzung etc.). Darüber hinaus können aus digitalen Luftbildern mittlerweile sehr hoch aufgelöste Oberflächenmodelle der Baumkronen generiert werden, aus denen wiederum Parameter zu Waldstrukturen abgeleitet werden können.

modelle wurden in der Vergangenheit photogrammetrisch aus Luftbild-Stereomodellen erstellt. Mittlerweile stehen in vielen Bundesländern auch hochaufgelöste Geländemodelle (Gitterweite z. B. 1 m) aus Laserscanner-Befliegungen (LIDAR) der Landesvermessungsverwaltungen zur Verfügung. Aus dem DGM kann eine Vielzahl von weiteren Themen wie z. B. Hangneigung, Exposition und Reliefschattierung generiert werden (siehe Abbildung 9), die wiederum als Fachthema bei der Herleitung von Waldfunktionen einfließen können (z. B. Bodenschutzwald).

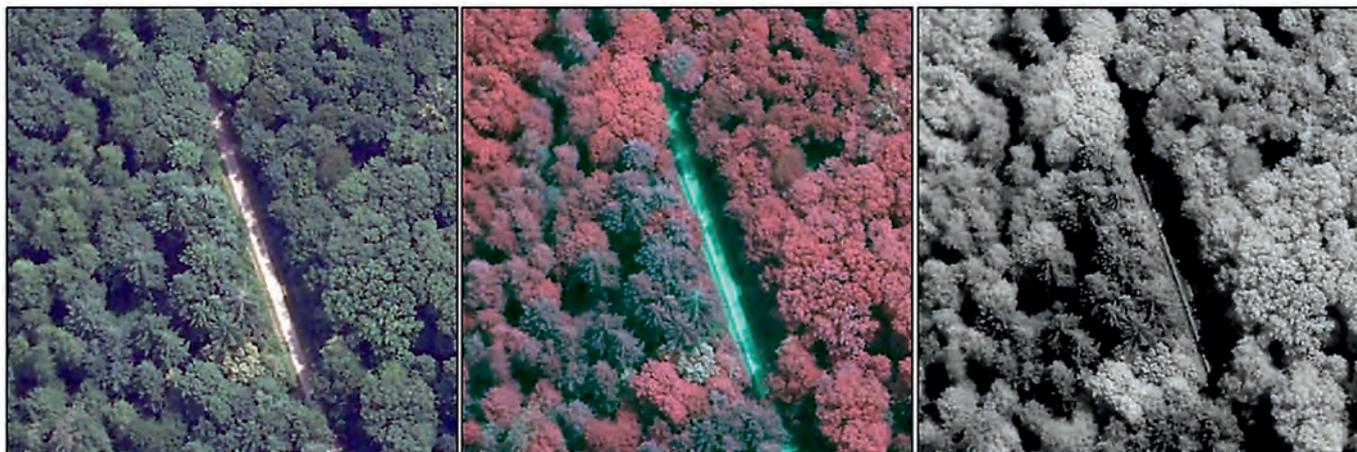


Abbildung 8: Orthophoto als RGB-, CIR- und Schwarz/Weiß-Bild (von links nach rechts) [Geobasisdaten © LGL, www.lgl-bw.de].

- **Digitale Geländemodell (DGM)**

Ein Digitales Geländemodell (DGM) beschreibt die Geländeformen der Erdoberfläche ohne Vegetation und Gebäude durch eine in Lage und Höhe georeferenzierte Punktmenge (ANONYMOUS, 2014d). Digitale Gelände-

- **Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS)**

Mit Hilfe von ATKIS wird die Erdoberfläche aus topographischer und kartographischer Sicht beschrieben. Die vektorbasierte Datenhaltung erfolgt in Digitalen

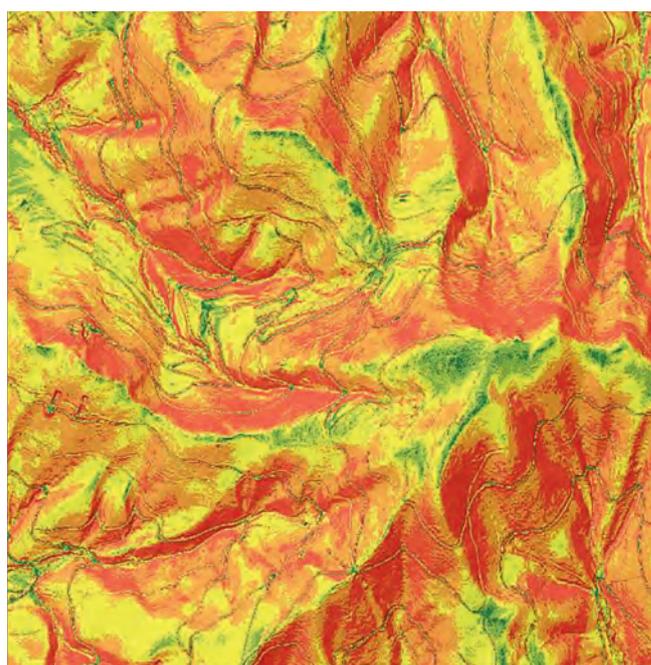


Abbildung 9: Darstellung eines DGM als Reliefschattierung (links) und als Hangneigung (rechts) [Geobasisdaten © LGL, www.lgl-bw.de].

Landschaftsmodellen (DLM), die für verschiedene Maßstabsbereiche optimiert sind und in einem bundesweit einheitlichen Datenmodell vorliegen. Für die Waldfunktionskartierung ist v. a. das Basis-DLM von Interesse, das für den Maßstabsbereich von 1:10.000 – 1:25.000 gültig ist. Die Objektartenkataloge der Digitalen Landschaftsmodelle untergliedern sich in Objektbereiche. Diese Objektbereiche unterteilen sich in weitere Objektgruppen und Objektarten. Eine wesentliche Objektart im Kontext der Waldfunktionskartierung ist AX\_Wald mit der Kennung 43002 (ARBEITSGEMEINSCHAFT DER VERMESSUNGSVERWALTUNGEN DER LÄNDER DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, 2008), da diese anstelle der Forstgrundkarte (Wald nach WaldG) oftmals als Gesamtwaldfläche für GIS-Analysen herangezogen wird.

#### • Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS)

ALKIS wurde von der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) im Zuge der AFIS-ALKIS-ATKIS-Modellentwicklung (AAA-Modell) konzipiert. Es vereint die Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) und das Automatisierte Liegenschaftsbuch (ALB). Die Einführung von ALKIS und die damit verbundene Migration der ALK-Daten führt jedes Bundesland eigenverantwortlich durch. Für die Waldfunktionen sind insbesondere die Flurstücksgeometrien sowie die damit verbundene Waldeigentumsart (staatlich, privat, kommunal etc.) von Interesse. Die Anpassung der Geometrien an die Flurstücksgrenzen während des Abgrenzungsprozesses

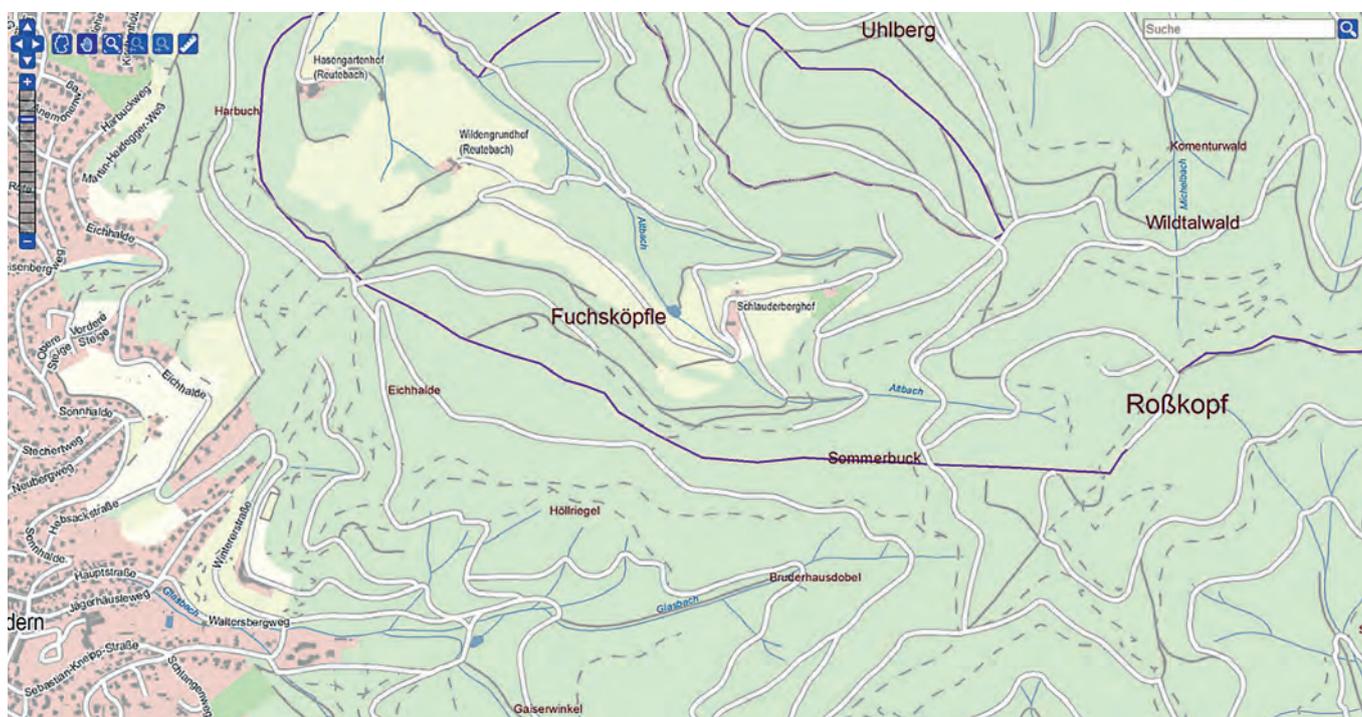


Abbildung 10: Bildausschnitt mit Wald- und Wegeinformation des WebAtlasDe des bundesweit einheitlichen Darstellungsdienstes (© GeoBasis-DE / BKG 2014).

Auf Basis der Digitalen Landschaftsmodelle erstellen die Vermessungsverwaltungen Digitale Topographische Karten, wiederum optimiert für verschiedene Maßstäbe. Topographische Karten werden im GIS häufig als Hintergrundraster verwendet. Analoge Waldfunktionskarten werden in der Regel im TK25- oder TK50-Blattschnitt herausgegeben, was einem Maßstab von 1:25.000 bzw. 1:50.000 entspricht. Die ATKIS Informationen werden durch das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie bundesweit als Darstellungsdienst (WMS) angeboten (Beispiel siehe Abbildung 10). Digitale Orthophotos und Geländemodelle der Vermessungsverwaltungen sind in der AdV-Produktsystematik ebenfalls Bestandteile von ATKIS.

ses der Waldfunktionen kann je nach Thema sinnvoll sein. Es besteht allerdings kein genereller Bedarf für eine flurstücksscharfe Delinierung der Waldfunktionen.

#### ■ Geofachdaten

Eine Vielzahl von Waldfunktionen wie z. B. Naturschutz oder Denkmalschutz obliegen der Zuständigkeit anderer Fachverwaltungen. Die Integration dieser Themen in die Waldfunktionskarte erfolgt i. d. R. über einen stichtagsbezogenen Datenaustausch mit den Fachverwaltungen. Je nach Thema können die Geofachdaten direkt als Waldfunktion übernommen werden (Nationalpark, Naturschutzgebiet etc.) oder als Eingangsdatensatz für die modellbasierte Herleitung von Waldfunktionen dienen

(z. B. Lärmkartierungen). Ob die Geofachdaten anderer Fachverwaltungen in der Waldfunktionskarte abgebildet werden dürfen oder ob die Forstbehörden diese Daten an Dritte weitergeben dürfen, ist abhängig von den jeweiligen Nutzungsbestimmungen.

Für die Umsetzung des Umweltinformationsgesetzes (UIG) sind in den Bundesländern Umweltinformationssysteme aufgebaut worden, die der Öffentlichkeit einen Zugang zu umweltrelevanten Geoinformationen ermöglichen. Über diese Portale ist es möglich, Geodaten zu den Naturschutzflächen mit gesetzlicher Rechtsbindung zu beziehen.

- **Natur- und Landschaftsschutz**  
Die Datenführung der Informationen nach Naturschutzrecht wird von den staatlichen Naturschutzverwaltungen vorgenommen. Die Datenführung von naturschutzrelevanten Flächen, die auf Grundlage des Forstrechts unter Schutz gestellt wurden, wie z. B. Waldschutzgebiete, obliegt den Forstverwaltungen. Gleiches kann für naturschutzrelevante Flächen ohne Rechtsbindung wie z. B. Biotope oder Waldrefugien gelten.
- **Lärm und Immission**  
Das Umweltbundesamt bzw. die Umweltbehörden der Bundesländer stellen regionalisierte Immissionsdaten wie z. B. Ozon, Stickoxide, Schwefeldioxid und Feinstaub zur Verfügung. Außerdem liegen dort die Ergebnisse von Lärmkartierungen vor. Diese Informationen können als Eingangsdaten für eine modellbasierte Herleitung der Funktionen Lärm- und Immissionschutzwald dienen.
- **Wasserschutz**  
Die Informationen zu Heilquellen-, Wasser- und Überschwemmungsschutzgebieten, deren Zonierung und Ausweisungsstand werden i. d. R. von den Wasserwirtschaftsverwaltungen geführt.
- **Kultur- und Bodendenkmäler**  
Für die Datenführung der Kultur- und Bodendenkmäler sind die Denkmalschutzbehörden zuständig. Die Geodaten für den Limes werden für alle betroffenen Bundesländer zentral vom Landesamt für Denkmalpflege in Esslingen verwaltet.
- **Erholung und Tourismus**  
Für die Erstellung der Daten der Erholungswaldfunktion sind Informationen (z. B. von Rad- Reit-, Ski- und Wanderwege, Aussichtstürmen und anderen Erholungseinrichtungen) von Interesse. Als beispielhafte Datenquelle soll an dieser Stelle das Touristik- und Freizeitinformationssystem (TFIS) des Landesamtes für Geoinformation und Landentwicklung (LGL) Baden-Württemberg aufgeführt sein. TFIS ist eine Erweiterung des AAA-Modells und verknüpft Freizeitinformationen mit Objekten des ATKIS Basis-DLM. Es ist die Datengrundlage für die Erstellung von analogen Freizeitkarten.
- **Wildschutzgebiete**  
Die Geodaten der Wildschutzgebiete werden i. d. R. von den Unteren Jagdbehörden geführt. In der Rechtsverordnung ist der jeweilige Schutzzweck erläutert.

## 4.4 Erfassung der Waldfunktionen

Die Geofachdaten der Waldfunktionen, die in der Zuständigkeit der Forstverwaltungen geführt werden, können nach unterschiedlichen Methoden erzeugt und gepflegt werden.

### ■ Digitalisierung

Die manuelle Editierung von Waldfunktionsdaten ist notwendig bei Themen, deren Flächenabgrenzung nur gutachterlich oder nur durch Ortsbegang festgestellt werden kann (z.B. lokaler Klimaschutzwald, Sichtschutzwald, Waldbiotope). Die fachlichen Abgrenzungskriterien können in einer separaten Kartieranleitung erläutert werden. Dort können auch Angaben zur Qualitätssicherung und Konsolidierung (beispielsweise Topologieprüfungen auf Klaffungen und Überlappungen von benachbarten Polygonen) der erfassten Daten aufgeführt sein.

### ■ Modellbasierte Herleitung

Trotz Kartieranleitungen und Qualitätssicherungsmaßnahmen ist die manuelle Abgrenzung von Waldfunktionen immer von den subjektiven Eindrücken des jeweiligen Gutachters abhängig. Für die objektive Herleitung von Waldfunktionen können GIS-Modelle erstellt und angewendet werden. Dies ist bei Themen sinnvoll, die aus landesweit digital verfügbaren Geodaten hergeleitet werden können, wie z. B.:

#### • Sichtschutzwald

Für den Sichtschutzwald sind beispielsweise GIS-gestützte Sichtbarkeitsanalysen auf Basis des DGM denkbar.

#### • Lokaler Immissionsschutzwald

Die Modellierung des lokalen Immissionsschutzwaldes kann z. B. auf Basis der Schutzabstände zu Emittenten aus dem Abstandserlass des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV, 2007) erfolgen. Wald, der innerhalb dieser Schutzabstände liegt, übt eine Immissionsschutzfunktion aus, wenn er sich in direkter Verbindung zwischen Emittent und zu schützendem Objekt befindet. Die Abgrenzung ist ggf. den örtlichen Ausbreitungsbedingungen (Orografie, Hauptwindrichtung usw.) anzupassen. Überlagern sich Emissionen mehrerer Anlagen, ist für die Bemessung des Schutzabstandes die Anlage maßgebend, die den weitesten Schutzabstand erfordert.

#### • Bodenschutzwald

Ein weiteres Beispiel für eine GIS-Modellierung ist die Neuausweisung der Waldfunktion Bodenschutzwald in Baden-Württemberg (SCHIRMER, 2007). Auf Basis des DGM konnten die Steilhänge mit einer Hangneigung größer 30° berechnet werden. Anhand der digitalen Standortdaten konnten die Kriterien Rutschhang und Erosionslage identifiziert werden. Nach dem Zusammenspielen sämtlicher Eingangskriterien wurden Filteralgorithmen zur Arrondierung der Gesamtkulisse Bodenschutzwald angewendet (siehe Abbildung 11).

## 4.5 Analyse der Waldfunktionen

Eine häufig nachgefragte Auswertung ist die Erstellung von Flächenbilanzen der Waldfunktionen bezogen auf verschiedene räumliche Verwaltungseinheiten (z. B. Revier, Forstamt, Landkreis, Bundesland). Die Analyse wird dabei i. d. R. auf die Waldfläche begrenzt und kann nach Waldeigentumsarten untergliedert werden. Die Ausgabe der Analyseergebnisse kann in einem Report standardisiert werden (siehe Abbildung 12).

Daneben sind auch thematische Auswertungen möglich (z. B. Boden- und Wasserschutz für Wasserrahmenrichtlinie).

Die Auswertung der Flächensumme mehrerer Waldfunktionen kann je nach Kontext auch überlagerungsbereinigt erfolgen. Hierzu sind die verschiedenen Waldfunktionen in einem Datensatz zu vereinen und eine planare Topologie zu erstellen.

Ein weiteres Beispiel für die Analyse auf räumliche Verwaltungseinheiten ist die Integration der Waldfunktionen in forstliche Unternehmensanwendungen. Räumliche Bezugseinheiten können beispielsweise Flurstücke oder Waldbestände der Forsteinrichtung sein. Pro Flurstück oder Bestand wird dann die Flächenbilanz pro Waldfunktion aufgelistet (siehe Abbildung 13).

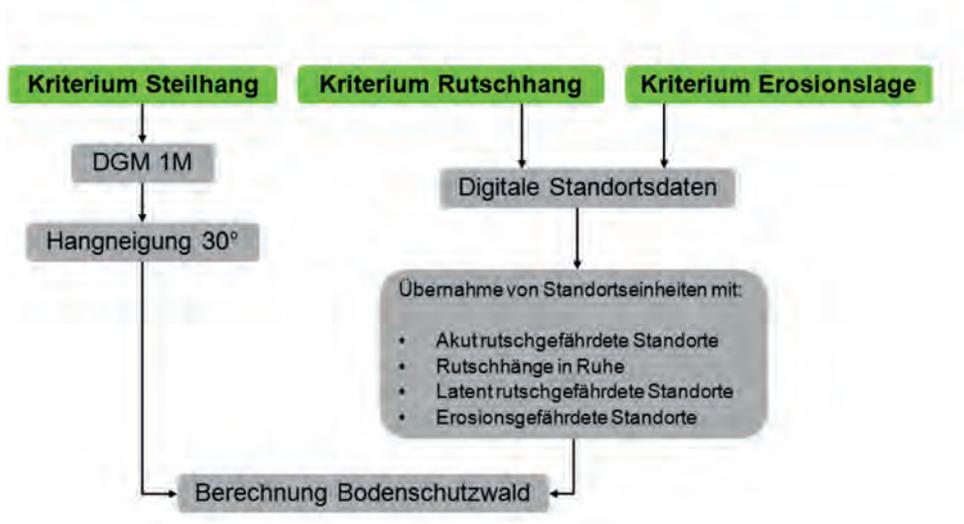


Abbildung 11: Modellbasierte Neuausweisung der Waldfunktion Bodenschutzwald in Baden-Württemberg.

Waldfunktionskarte Niedersachsen - Kurzbeschreibungen einzelner Gebiete				
Forstamt: 456-ANKUM, Revier: 3-Bohnte				
Kartenzeichen	Koordinaten	Kurzbeschreibung	Fläche in ha	ha in NLF
<b>01 Wasserschutzgebiete</b>				
	36448 / 04775	Engter-Niewedde, 03459029101, 021, Schutzzone II	23,26	23,26
	37055 / 06184	Engter-Niewedde, 03459029101, 022, Schutzzone II	3,47	3,47
	37794 / 06928	Engter-Niewedde, 03459029101, 023, Schutzzone II	7,47	7,47
	40750 / 03473	Engter-Niewedde, 03459029101, 025, Schutzzone II	0	0
	41192 / 03812	Engter-Niewedde, 03459029101, 033, Schutzzone III	204,92	204,92
		Engter-Niewedde, 03459029101, Fläche gesamt in ha: 239,12 ha in NLF: 239,12	0	0
	57545 / 95600	Hüsedde, 03459003101, 030, Schutzzone II	0,04	0,04
		Hüsedde, 03459003101, Fläche gesamt in ha: 0,04 ha in NLF: 0,04	0	0
	52595 / 94187	Westerhausen/Oldendorf/Föckinghausen, 03459024122, 032, Schutzzone IIIB	14,41	14,41
		Westerhausen/Oldendorf/Föckinghausen, 03459024122, Fläche gesamt in ha: 14,41 ha in NLF: 14,41	0	0
			<b>Flächensummen:</b>	<b><u>253,57</u>    <u>253,57</u></b>
<b>02 Überschwemmungsgebiete durch Verordnung festgesetzt</b>				
	56382 / 26138	232 Hunte	0,01	0,01
			<b>Flächensummen:</b>	<b><u>0,01</u>    <u>0,01</u></b>
<b>03 Überschwemmungsgebiete vorläufig zu sichernd</b>				
	56104 / 25460	332 Hunte	37,9	37,9
			<b>Flächensummen:</b>	<b><u>37,9</u>    <u>37,9</u></b>

Abbildung 12: Report Waldfunktionen (Beispiel Niedersächsische Landesforsten).

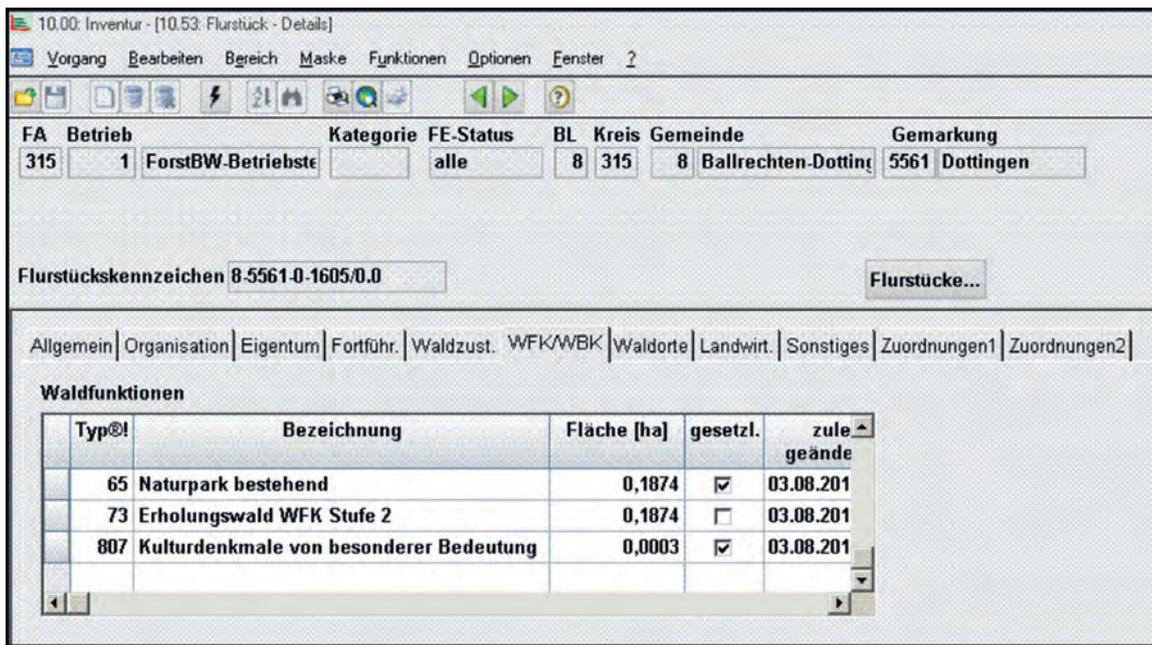


Abbildung 13: Integration der Waldfunktionen in forstliche Unternehmensanwendungen [Beispiel FOKUS 2000 – ForstBW].

## 4.6 Präsentation der Waldfunktionen

Die Geofachdaten der Waldfunktionenkartierung können anhand verschiedener Medien präsentiert werden:

### ■ Gedruckte / digitale Karte

Gedruckte Waldfunktionenkarten werden nach wie vor für verschiedenste Verwendungszwecke benötigt. Sie können z. B. für die Offenlegung bei der Ausweisung gesetzlicher Waldfunktionen verwendet werden. Aufgrund der Themenvielfalt der Waldfunktionenkartierung bietet es sich an, die Themen in Gruppen auf getrennten Fachkarten (z. B. Wasser, Boden, Naturschutz) darzustellen. Die Veröffentlichung der Karten erfolgt in der Regel in einem offiziellen TK25- oder TK50-Blattschnitt. Je nach Organisationsform kann sich die Kartenausgabe auch auf Verwaltungseinheiten wie z. B. Landkreise beziehen. Die Kartenproduktion kann z. B. in Form von PDF-Dateien (Portable Document Format) oder GeoTIFF-Dateien erfolgen. Dabei besteht die Möglichkeit, die einzelnen Waldfunktionen als Ebenen im PDF-Dokument zu exportieren. Die verschiedenen Ebenen können wiederum in Gruppen zusammengestellt werden, so dass die verschiedenen Fachkarten in einer PDF-Datei veröffentlicht werden können. Von der Überlagerungsdichte der Themen hängt im Wesentlichen die Lesbarkeit der Karte ab. Je nach Datenqualität ist eine Aufbereitung der Daten im Vorfeld der Kartenerstellung notwendig. In Abhängigkeit des

Kartenmaßstabes sind Mindestflächengrößen zu definieren und ggf. flächenhafte Darstellungen durch Punktsymbole zu generalisieren. Eine beispielhafte Legende sowie ein Kartenausschnitt sind in Abbildung 14 und Abbildung 15 dargestellt.

Die Signaturen der Webdienste für Waldfunktionen sollten ähnlich zur analogen Kartendarstellung sein und hinsichtlich Darstellungsgeschwindigkeit optimiert werden.

### ■ Webdienste

Geofachdaten anderer Fachverwaltungen werden zunehmend über Webdienste wie z. B. Web Map Services (WMS) oder Web Feature Services (WFS) in forstliche IuK-Systeme eingebunden (z. B. Naturschutzgebiete, Nationalparke). Dies ermöglicht den Bezug des jeweils aktuellen Datenbestandes der jeweiligen Fachverwaltung. Für räumliche Analysen oder für hochwertige kartographische Ausdrücke sind die Geofachdaten allerdings in physikalischer Form innerhalb der forstlichen IuK-Systeme vorzuhalten.

Die Geofachdaten der Waldfunktionenkartierung können der INSPIRE-Direktive (EUROPÄISCHES PARLAMENT UND DER RAT DER EUROPÄISCHEN UNION, 2007) unterliegen, so dass für Dritte ein Geodatenzugang eingerichtet werden muss. Die Darstellung erfolgt dann gemäß den INSPIRE-Durchführungsbestimmungen.



Abbildung 14: Beispielhafte Legende der Waldfunktionenkarte aus Baden-Württemberg.

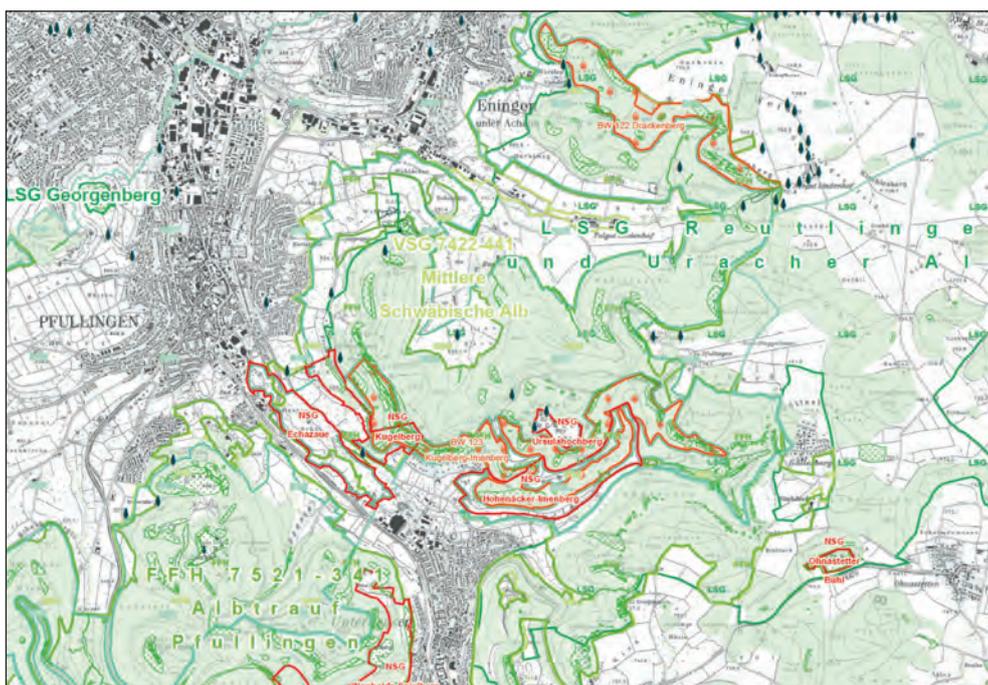


Abbildung 15: Ausschnitt aus einer Themenkarte Natur. (Geobasisdaten © LGL, www.lgl-bw.de).



# POTENZIELLE SYNERGIEN UND ZIELKONFLIKTE

# 5 Potenzielle Synergien und Zielkonflikte zwischen Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen

Der Wald erfüllt meist mehrere Funktionen auf derselben Fläche, ohne dass gravierende Zielkonflikte entstehen. Durch das Vorhandensein von Schutz- und Erholungsfunktionen kann es zusätzliche Anforderungen an die Pflege und Bewirtschaftung des Waldes geben.

Die Waldfunktionenkartierung erfasst alle Schutz- und Erholungsfunktionen, unabhängig davon, ob sich Synergien oder Zielkonflikte daraus ergeben. In Einzelfällen sind Konflikte möglich, die auf der Ebene der forstlichen Betriebsplanung (Forsteinrichtung) und Bewirtschaftung vor Ort berücksichtigt und gelöst werden sollen. Ebenso können aber auch zwischen einzelnen Funktionen synergetische Effekte auftreten. Im Folgenden werden beispielhaft einige potenzielle Synergien und Zielkonflikte zwischen Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen aufgezeigt.

## 5.1 Synergien

Bodenschutzwälder können sich auf die Schutzwirkung anderer Waldfunktionen positiv auswirken. Sie dienen in hohem Maße auch dem Wasserschutz, weil sie in steilen Lagen den Oberflächenabfluss reduzieren. Auch mit dem Naturschutz können Synergien bestehen, weil Bodenschutzwälder wenig erschlossen sind und in der Regel nur extensiv bewirtschaftet werden. So können sie beispielsweise störungsempfindlichen Tierarten als Rückzugsgebiet dienen. Auf den exponierten Standorten können außerdem seltene Pflanzen vorkommen. Auch für Erholungssuchende können sie wegen ihrer exponierten Lage und oft reichen Waldstrukturen landschaftlich reizvoll und interessant sein.

Lawinschutzwälder erfüllen in der Regel mehrere wichtige Funktionen für andere Schutzzwecke: Für den Bodenschutz, weil sie auf steilen erosionsgefährdeten Hängen stocken. Für den Hochwasserschutz, weil sie den Oberflächenabfluss vermindern. Außerdem gehören sie zu den besonders wertvollen Lebensräumen des Alpenraumes und spielen damit auch eine wichtige Rolle für den Naturschutz. An Schwerpunkten der Erholung und entlang viel begangener Wege kommt die Bedeutung für die Erholungsfunktion hinzu. Darüber hinaus kann Lawinschutzwald auch das Landschaftsbild aufwerten, beispielsweise wenn dieser eine andere Bestockung bzw. Landnutzungsform in einer Landschaft darstellt und so das Landschaftsbild abwechslungsreicher gestaltet ist.

Der ohnehin attraktive Grenzbereich zum Meer und der besondere ästhetische Wert der Küstenwälder mit ihren teil-

weise bizarren, windgeformten Bäumen bedingen eine hohe Frequentierung der Küstenschutzwälder von Erholungssuchenden. Küstenschutzwälder erfüllen daher i. d. R. gleichzeitig eine besondere Erholungsfunktion.

Enge funktionale Zusammenhänge können vor allem zwischen lokalen Immissionsschutzwäldern mit Sicht- und Lärmschutzwäldern auftreten, insbesondere wenn ein lokaler Emittent vorliegt. Zwischen Klima- und Immissionsschutzwäldern können ebenfalls Synergien auftreten. Auf die Erholungswirkung können sich Immissionsschutz-, Sichtschutz- und Klimaschutzwälder unmittelbar positiv auswirken, indem sie die Luftqualität und das Lokalklima beeinflussen und die Sicht auf bauliche Anlagen o. ä. verdecken. Auch Lärmschutzwälder können sich auf die Erholungswirkung positiv auswirken, indem sie die Geräuschbelastung in angrenzenden Erholungswäldern herabsenken.

Die Ausweisung von Erholungswald kann sich auf Natur- und Kulturschutzziele positiv auswirken. Eine intensive Erholungsnutzung kann eine Steigerung der Identifikation mit einer Landschaft und ihren Kultur- und Naturschutzgütern bewirken. Dies kann deren Erhalt fördern (z. B. Rotwildpark Stuttgart). Maßnahmen, die die Erholungsfunktion optimieren, dienen häufig dem Natur- und Landschaftsschutz: z. B. Verbesserung der Waldästhetik, Anlage von Waldinnen- und -außenrändern, Förderung und Erhaltung von Alt- und Totholz sowie Laubholzaneicherung und Erhöhung der Baumarten- und Strukturvielfalt.

## 5.2 Konflikte

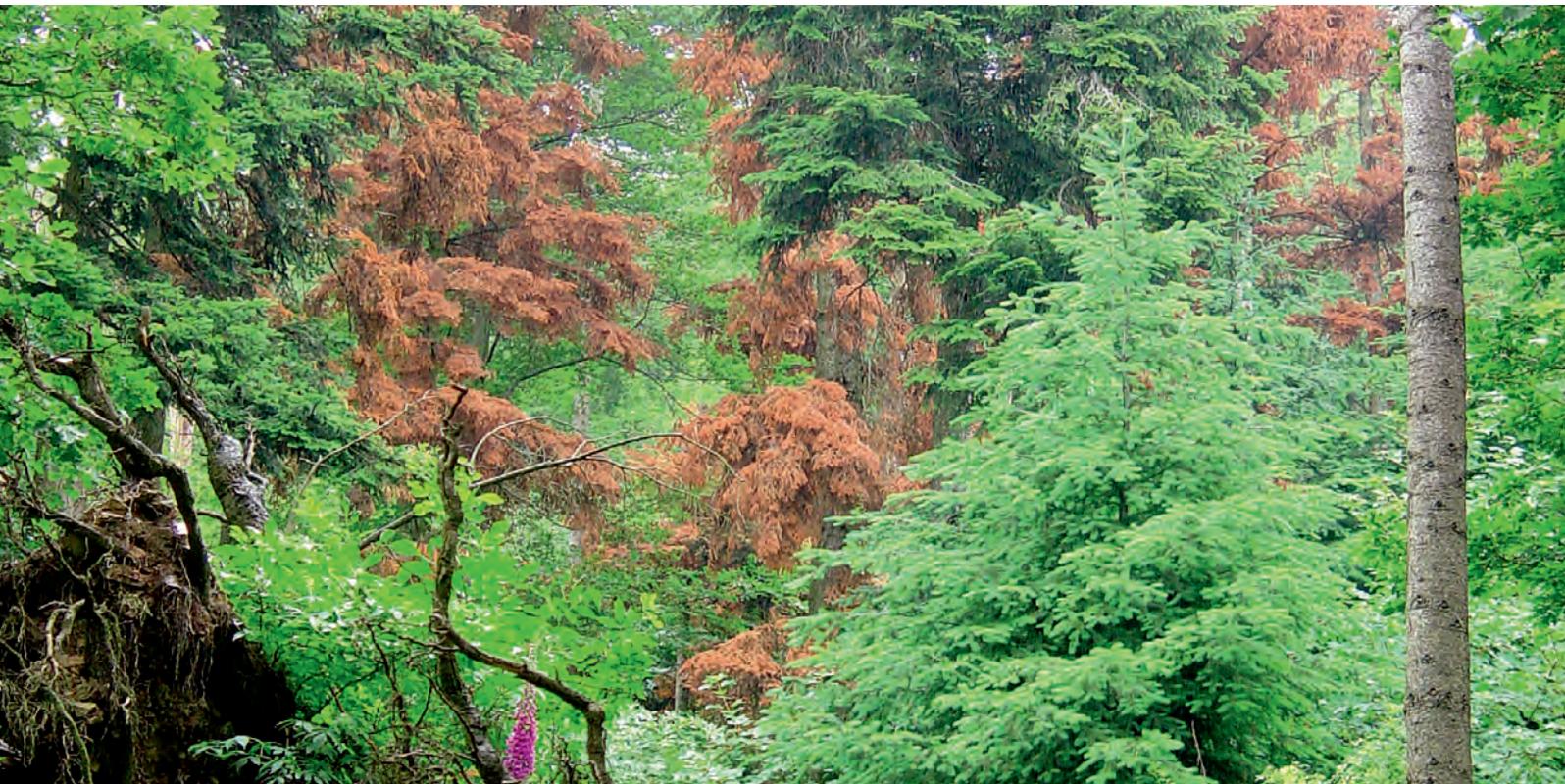
Bodenschutzwälder werden in der Regel mit dem Ziel größtmöglicher Stabilität dauerwaldartig bewirtschaftet. Daher sind Konflikte eher selten, können aber beispielsweise zur Erholungsfunktion (s. u.) oder mit dem Naturschutz vorkommen. Zu Konflikten mit dem Naturschutz kann es kommen, wenn aus Gründen des Artenschutzes zum Beispiel lichte Waldstrukturen gefordert sind.

Immissionsschutzwälder sind gegenüber anderen Nutzungsarten mit erhöhten Stoffeinträgen verbunden. Bei Überschreitung der kritischen Frachten (Critical Loads) können die Boden- und die Wasserschutzfunktion beeinträchtigt werden.

Zur Erzielung der besonderen Lärmschutzfunktion ist ein hoher Nadelbaumanteil günstig. Hieraus kann ein Zielkonflikt zu Naturschutzfunktionen resultieren.

Die starke Frequentierung des Waldes durch Erholungssuchende kann im Widerspruch zu anderen Waldfunktionen (z. B. Bodenschutz-, Küstenschutz- und Naturschutzfunktion) stehen. Zu der Erholungsfunktion können gegebenenfalls Konflikte auftreten, da die Bestockung in Bodenschutzwäldern nicht zum Bau von Wegen, von Erholungseinrichtungen oder zur Schaffung von Sichtachsen zurückgenommen werden können und ggf. trittempfindliche Standorte von der Betretung ausgeschlossen werden können. Bei sehr hoher Frequentierung besteht die Gefahr, dass durch die Betretung der Waldflächen Boden- und Vegetationsschäden entstehen, die die Küstenschutzfunktion der Wälder beeinträchtigen können. Es bieten sich hier Möglichkeiten zur Vermeidung oder Minderung von Konflikten an u. a. durch:

- Schutz vor Störungen sensibler Landschaftsbereiche, wertvoller Biotope und Bereiche mit Vorkommen störungsempfindlicher, seltener Arten, naturkundlicher Besonderheiten und von Hauptwildeinständen durch Information und Maßnahmen zur Lenkung von Erholungssuchenden
- Beachtung der jeweiligen Gebote und Verbote in ausgewiesenen Schutzgebieten und ggf. Erleichterung ihrer Umsetzung durch Hinweisschilder
- Attraktivitätssteigerung alternativer Flächen für Erholungssuchende (z. B. Wegeführung, Waldgestaltung, Infrastruktur)



## KLIMAWANDEL UND WALDFUNKTIONEN



## 6 Klimawandel und Waldfunktionen

Der Klimawandel beeinflusst teilweise schon heute die Erfüllung einiger Waldfunktionen. Der Einfluss wird zukünftig wahrscheinlich weiter zunehmen (u. a. EEA, 2012; Lindner et al., 2010). Dies kann, je nach Funktion, unterschiedliche Folgen haben, etwa eine größere Bedeutung einzelner Funktionen, veränderte Behandlungsanforderungen oder eine räumliche Verschiebung der aktuell kartierten Funktionen.

Als Folgen des Klimawandels werden höhere Durchschnittstemperaturen, veränderte Niederschlagsverteilungen, ein Anstieg des Meeresspiegels und ein häufigeres Auftreten von extremen Witterungsereignissen, beispielsweise länger anhaltende Hitzeereignisse, prognostiziert (u. a. EEA, 2012). Vor allem die Zunahme von Hitzeperioden, bei anhaltend hohen Emissionen von Vorläufersubstanzen (insbesondere Stickoxide), wird zu einem weiteren Anstieg der Ozonkonzentration in bodennahen Luftschichten führen (Baumgarten et al., 2012).

Insbesondere auf Böden werden Auswirkungen durch den Klimawandel prognostiziert. Die Humusmineralisation wird durch einen Temperaturanstieg beschleunigt (Prietz & Christophel, 2013). Häufiger auftretende Starkniederschläge verstärken den Bodenabtrag und gleichzeitig wird die Ausfiltration von im Wasser enthaltenen Schadstoffen durch den Waldboden beeinträchtigt. Zudem wird durch die erwarteten tendenziell geringeren Niederschlagsmengen die Problematik einer geringen Grundwasserneubildungsrate insbesondere in den niederschlagsarmen, mehr kontinental geprägten Gebieten mit geringen Sickerwasserraten an Bedeutung gewinnen.

Die Wälder an sich werden außerdem durch den Klimawandel einem höheren Risiko ausgesetzt: Es wird prognostiziert, dass die Häufigkeit von Sturmereignissen und die Waldbrandgefahr steigt (Lindner et al., 2010). Außerdem können stärkere Trockenheit sowie steigende Ozonbelastungen die Wälder in ihrer Vitalität schwächen, wodurch sie anfälliger gegenüber Schädlingen oder Extremereignissen werden (Baumgarten et al., 2012; BINDER 2007). Auch eine Zuwachsbegrenzende Wirkung durch Ozon an Waldbäumen ist bereits nachgewiesen (BAUMGARTEN et al., 2012). Durch die Trockenheit ist besonders die Fichte gefährdet, vor allem, weil Wärme Borkenkäferbefall begünstigt (KÖLLING et al., 2007). Selbst in den Alpen, in denen die Fichte natürlich vorkommt, wird ein Vordringen der Borkenkäfer in höhere Lagen beobachtet. Auch andere Baumarten leiden unter einer Reihe von Schädlingen, deren Virulenz im Hinblick auf den Klimawandel erst noch bewertet werden muss (PETERCORD et al., 2009).

Wälder werden zukünftig nur dann weiterhin ihre Schutz- und Erholungsfunktionen erfüllen können, wenn sie den Veränderungen des Klimawandels angepasst sind bzw. durch waldbauliche Maßnahmen zu stabilen Waldökosystemen entwickelt werden.

Flächige Ausfälle von Baumarten aufgrund von Klimaänderungen sind in Schutzwäldern ein Risiko. Hinweise für die jeweils geeignete Baumartenwahl geben die natürlichen Waldgesellschaften jener Gebiete, in denen schon heute die klimatischen Verhältnisse herrschen, wie sie in Zukunft in den heute noch kühleren Regionen erwartet werden. Standortheimische und gegebenenfalls bewährte fremdländische Baumarten werden am ehesten den künftigen Risiken gewachsen sein. Der Waldumbau kann allerdings nur gelingen, wenn der Wildverbiss die Verjüngung ohne Schutzmaßnahmen zulässt.

Im Folgenden werden einige Hinweise für die weitere Bedeutung und Behandlung von Schutz- und Erholungswäldern im Rahmen des Klimawandels gegeben:

Für die Funktionalität von Wasserschutzwäldern sind vor allem Veränderungen der Böden und Waldbestände zu beachten. Durch verstärkte Humusmineralisation und häufiger auftretende Starkniederschläge kann die Filterfunktion der Wasserschutzwälder beeinträchtigt werden, was erhöhte Aufwendungen bei der Trinkwasseraufbereitung zur Folge haben kann. Das Auftreten von Bestandeslücken kann außerdem die günstigen Wirkungen beispielsweise für den Wasserrückhalt (Verzögerung des Wasserabflusses und Dämpfung von Hochwasserspitzen) einschränken. Daher ist ggf. der Umbau zu standortgemäßen, naturnahen Mischwäldern mit klimastabileren Baumarten - auch unter Beteiligung bewährter fremdländischer Baumarten - eine geeignete Maßnahme um Risiken durch den Klimawandel entgegen zu wirken (Reif et al., 2011).

Für Bodenschutzwälder ist ein intakter Waldzustand entscheidend für die Erfüllung seiner Schutzfunktion. Beispielsweise erhöhen Lücken im Bestand, wie sie durch Windwürfe oder Borkenkäfer hervorgerufen werden, die Gefahr von oberflächennahen Rutschungen (RICKLI et al., 2002; RICKLI et al., 2004), Lawinen und von Hochwässern (FREHNER et al., 2005). Ihre Stabilität im Klimawandel ist daher von entscheidender Bedeutung, ggf. sind Waldumbaumaßnahmen zu treffen.

Auch bei Lawinenschutzwäldern muss die Waldbewirtschaftung so angepasst werden, dass Risiken durch den Klimawandel gemindert werden. Wie bereits oben erwähnt, ist die in den

Bergwäldern dominierende Fichte einem erhöhten Borkenkäferisiko ausgesetzt. Die Schadinsekten dringen in Hochlagen vor, die noch vor Jahrzehnten wegen ihrer kühlen und feuchten Witterung als weitgehend sicher galten. Hinzu kommt ein wachsendes Windwurfisiko, das die Borkenkäferproblematik noch verstärkt. Dem kann nur durch einen konsequenten Waldschutz und eine mittel- bis langfristige Verjüngung der Schutzwälder hin zu kleinflächig wechselnden und mehrschichtigen Strukturen begegnet werden.

Die Küstenschutzwälder werden durch die Auswirkungen der globalen Klimaerwärmung in ihrem Bestand bedroht. Der prognostizierte Anstieg des Meeresspiegels und die Zunahme von extremen Wetterereignissen mit Stürmen, Sturmfluten oder Starkregen stellen eine Herausforderung für die Walderhaltung an der Küste dar. Im Küstenschutzwald an den Flachküsten wird es tendenziell häufiger zu Salzwasserüberflutungen kommen. Vor allem an den Steilküsten ist mit einer Verstärkung der Küstenabtragung zu rechnen, so dass dort die Waldgebiete allmählich schrumpfen. Der verbleibende Küstenschutzwald hat kaum Zeit, seewärts einen intakten, stufigen Waldrand auszubilden. Die Bewirtschaftungsmaßnahmen im Küstenschutzwald sind darauf auszurichten, ein stabiles Waldgefüge mit Beteiligung möglichst vieler Baum- bzw. Straucharten zu erhalten.

Klimaschutzwald, dessen Ziel es ist, das lokale bzw. regionale Klima zu verbessern bzw. zu schützen, kann mit seiner ausgleichenden Funktion im Zuge des Klimawandels an Bedeutung gewinnen, z. B. auch für landwirtschaftliche Flächen in waldarmen Gebieten.

Immissionsschutzwälder können eine zunehmende Bedeutung durch Folgen des Klimawandels erhalten. Sowohl in Gebieten mit steigenden Ozonkonzentrationen in bodennahen Luftschichten als auch in Gebieten mit steigenden Staubbelastungen in der Luft wird die Bedeutung von regionalen Immissionsschutzwäldern zunehmen.

Die Auswirkungen des Klimawandels auf Standortfaktoren führen nicht nur für Bäume zu einer Veränderung der Umweltfaktoren, sondern auch für andere Pflanzen- und Tierarten (EEA 2012). Dadurch wird es zu einer Veränderung des Arteninventars in den Wäldern kommen. Dies kann aus Sicht des Natur- und Landschaftsschutzes sowohl positiv als auch negativ sein (Dempe et al., 2010 a, b; BfN 2006; BfN, 2004).

Im Zuge des Klimawandels gewinnen Wälder zum Schutz der Genressourcen zunehmend an Bedeutung. Die natürliche Anpassungsfähigkeit der Waldökosysteme ist beschränkt und vom Ausmaß und der Geschwindigkeit der Klimaveränderungen abhängig. Eine Anpassung des Waldes an das künftige Klima erfordert deshalb die Ausschöpfung aller forstgenetischen Ressourcen der Wälder. Die zugelassenen Erntebestände, Samenplantagen und forstlichen Generhaltungsobjekte beherbergen das aus ökonomischer und ökologischer Sicht wertvollste Vermehrungsgut und forstgenetische Potenzial. Eine langfristige Erhaltung und gezielte Nutzung insbesondere dieser Populationen ist deshalb unabdingbar.

Wird in Wäldern zu Forschungszwecken der Effekt des Klimawandels auf Baumarten oder Baumartenkombinationen untersucht, so kommt den Forschungsflächen eine besondere Bedeutung zu, um künftige waldbauliche Maßnahmen für Schutzwälder und andere Wälder zu entwickeln.

Durch den Klimawandel werden sich die Rahmenbedingungen für Erholung und Tourismus erheblich verändern. Die potenziellen Auswirkungen betreffen im Wesentlichen vier Aspekte: Attraktivität und Destinationswahl; Reiseformen und touristische Aktivitäten; touristische Infrastruktur; Ökosystemfunktionen und ökosystemare Dienstleistungen (SCHUCHARDT, WITTIG & SPIEKERMANN, 2011). Im Hinblick auf die sich verändernden Klimabedingungen wird die gesundheitliche Bedeutung von Wäldern insbesondere in Ballungsgebieten weiter zunehmen, da sie als naturnahe Umgebung Erholung ermöglichen und bspw. an Hitzetagen als Rückzugort genutzt werden können.



## Anhang 2

### Flächen ohne bestehende Rechtsbindung in der WFK

Funktionen	B	BW	BY	BR	HH <sup>1</sup>	HE	MV	NDS	NRW	RP	SN	SL <sup>1</sup>	ST	SH	TH
<b>Natur – Landschaft</b>															
Schutzwürdige / wertvolle Biotoperein	x	x				x		x		x	x				
Geologisch interessante Naturgebilde		x		x		x		x							
Landschaftsprägende Waldbestände			x			x			x		x				
Gesamtökologie															
Klein- / Restwaldflächen				x				x	x		x				
Ökologisch wertvolle Waldflächen			x	x					x						
Sonstige schutzwürdige Flächen				x											
Wälder auf Renaturierungsflächen							x				x				
Waldfrei zu haltende Flächen						x		x							
Historisch wertvolle Waldbestände			x	x			x	x	x		x		x		x
Europäische Vogelschutzgebiete, FFH-Gebiete			x	x			x	x	x <sup>3</sup>					x	x
Altholzinseln						x									
Kernflächen						x									
<b>Wasser</b>															
Wasserwirtschaftlich schutzbedürftige Flächen		x	x				x				x	x			
Überschwemmungsgebiete (faktisch)		x					x			x					
<b>Klima-, Sicht-, Immissionsschutz</b>															
Wälder mit Klimaschutzfunktion I (lokal)	x	x	x	x		x	x		x	x	x		x		
Wälder mit Klimaschutzfunktion II (regional)	x	x	x			x	x		x		x		x		
Wälder mit Immissionsschutzfunktion I (lokal)	x	x	x	x		x	x		x	x	x <sup>2</sup>		x		
Wälder mit Immissionsschutzfunktion II (regional)	x	x		x		x			x				x		
Wälder mit Lärmschutzfunktion	x	x	x	x		x	x			x	x	x	x		x
Wälder mit Sichtschutzfunktion	x	x	x	x		x	x			x	x	x	x		x
Wälder mit Schutzfunktion gegen Waldbrand				x			x				x		x		
Straßenbegleitwälder										x			x		



# 7 Literaturverzeichnis

- Abraham, A., Sommerhalder, K., Bolliger-Salzmann, H. & Abel, T. (2007) Landschaft und Gesundheit: Das Potenzial einer Verbindung zweier Konzepte. Institut für Sozial- und Präventivmedizin Uni Bern
- Andréassian, V. (2004) Waters and forests: from historical controversy to scientific debate. *Journal of Hydrology* 291, S. 1-27
- Anonymous (2014a) Geoinformationssystem – Wikipedia. <https://de.wikipedia.org/wiki/Geoinformationssystem> (02.01.2014)
- Anonymous (2014b) AdV Online – Universale-Transversale-Mercator-Projektion (UTM-Abbildung). <http://www.adv-online.de> (02.01.2014)
- Anonymous (2014c) Bayerische Vermessungsverwaltung – UTM-Abbildung und UTM-Koordinaten. <http://vermessung.bayern.de/file/pdf/1910/UTMAbbildungundKoordinaten.pdf> (02.01.2014)
- Anonymous (2014d) AdV Online – Digitales Geländemodell Gitterweite 10 m (DGM10). <http://www.adv-online.de> (02.01.2014)
- Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2008) Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok) – ATKIS-Objektartenkatalog Basis-DLM. 357 S.
- Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung & Arbeitskreis Forstliche Landespflege (1994) Waldlandschaftspflege: Hinweise und Empfehlungen für Gestaltung und Pflege des Waldes in der Landschaft/Arbeitskreis Forstliche Landespflege. Landsberg/Lech: Ecomed
- Arbeitskreis Standortkartierung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung (2003) Forstliche Standortkartierung: Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen/bearb. und zsgest. vom „Arbeitskreis Standortkartierung“ in der „Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung“, IHW-Verlag
- BAFU (Bundesamt für Umwelt) (Hrsg.) (2006) CO<sub>2</sub>-Senken und -Quellen in der Waldwirtschaft, Bern
- Barner, J. (1981) Landschaftstechnik. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart
- Barner, J. (1983) Experimentelle Landschaftsökologie, Enke Verlag, Stuttgart
- BAUMGARTEN et al. (2012) Ozonaufnahme als Preis der Transpiration? Neues Forschungsvorhaben untersucht das Leistungspotenzial der Buche bei vermehrten Trockenperioden und zunehmender Ozonbelastung, LWF-aktuell 87, S. 27 – 30
- Bebi, P., Grêt-Regamey, A., Rhyner, J. & Ammann, W.J. (2004) Risikobasierte Schutzwaldstrategie. *Forum für Wissen*, S. 79–86
- Bencard, O.J Bewirtschaftung der Küstenschutzwaldstreifen vor Seedeichen, unveröffentlichtes Gutachten des Staatlichen Amtes für Umwelt und Natur Rostock.
- Bernhofer, C., Ziemann, A. u. Donix, T. (2012): Datenrecherche „Vegetationsabhängige Abschirmwirkung von Wäldern“. Abschlussbericht der Technischen Universität Dresden, Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften, Institut für Hydrologie und Meteorologie, Professur Meteorologie, Auftraggeber: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2012), 36 S.
- BILL, R. (2010) Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Wichmann, Berlin, 804 S.
- Bönecke, G. (2004) Wirkungen forstwirtschaftlicher Maßnahmen auf Fließgewässer. Kapitel. in: Bönecke et al. (Hrsg.): Fließgewässer im Wald. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, S. 41–58
- Briem, E. (2002) Formen und Strukturen der Fließgewässer: ein Handbuch der morphologischen Fließgewässerkunde.
- Brockhaus Nachschlagewerk Physische Geographie (1975) Das Gesicht der Erde, Band 2. VEB F. A. Brockhaus Verlag Leipzig
- Bundesamt für Naturschutz (2004) Empfehlungen zur Umsetzung des § 3BNatSchG „Biotopverbund“ – Ergebnisse des Arbeitskreises „Länderübergreifender Biotopverbund“ der Länderfachbehörden mit dem BfN.
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2013) Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis 2013: Teil 4 Forst. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 61. Auflage.
- Bürger-Arndt, R. (2013) Waldfunktionen und Ökosystemleistungen im wissenschaftlichen Diskurs. Kapitel. in: I. Ring (Hrsg.): Der Nutzen von Ökonomie und Ökosystemleistungen für die Naturschutzpraxis. Workshop III: Wälder. Bundesamt für Naturschutz. S. 24–29
- Bürger-Arndt, R., Ohse, B., Meyer, K. & Höltermann, A. (2012) Ökosystemdienstleistungen von Wäldern. Workshopbericht Internationale Naturschutzakademie Insel Vilm 16. – 19. November 2011. BfN-Skripten 320. Bundesamt für Naturschutz
- Chang, M. (2006) Forest hydrology: an introduction to water and forests. CRC. 474 S.
- Constanza, R., d’Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O’Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. & van den Belt, M. (1997) The value

- of the world's ecosystem service and natural capital. *Nature* 387, S. 253–260
- COP (2010) Report of the tenth meeting of the conference of the parties to the convention on biological diversity Nagoya, Japan, 18–29 October 2010
  - Coppin, N.J. & Richards, I.G. (1990) Use of vegetation in civil engineering. University Press Cambridge
  - Daily, G.C., Polasky, S., Goldstein, J., Kareiva, P.M., Mooney, H.A., Pejchar, L., Ricketts, T.H., Salzman, J. & Shallenberger, R. (2009) Ecosystem services in decision making: time to deliver. *Front Ecol Environ* 7(1), S. 21–28
  - Daniel, T.C., Muhar, A., Arnberger, A., Aznar, O., Boyd, J.W., Chan, K.M.A., Constanza, R., Elmqvist, T., Flint, C.G., Schauppenlehner, T., Sikor, T., Soloviy, I., Spierenburg, M., Taczanowska, K., Tam, J. & von der Dunk, A. (2012) Contributions of cultural services to the ecosystem service agenda. *PNAS* 109(23), S. 8812–8819
  - De Groot, R., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L. & Willemen, L. (2010) Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity* 7, S. 260–272
  - Degenhardt, B. & Buchecker, M. (2008) Ermittlung der Freizeitnutzung von Naherholungsgebieten im periurbanen Raum. Kapitel. in: M. Buchecker et al. (Hrsg.): Ansprüche an den Lebens- und Erholungsraum. Eidg. Forschungsanstalt WSL, S. 21–26, Birmensdorf
  - Deutscher Rat für Landespflege (2008) Kompensation von Strukturdefiziten in Fließgewässern durch Strahlwirkung. Deutscher Rat für Landespflege Heft 81.
  - Dobbs, C., Escobedo, F.J. & Zipperer, W.C. (2011) A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators. *Landscape and Urban Planning* 99, S. 196–206
  - EAWS (2011) The European Avalanche Warning System. <http://www.avalanches.org/basics/glossar-de/#c79448>
  - Eberhart, J. (2010) Schnee: drückt, kriecht, gleitet. Zeitschrift „Specht“ der Stiftung Bergwaldprojekt 01, S. 2–4
  - ENSINGER, K.; WURSTER, M.; SELTER, A.; JENNE, M.; BOTSCH, K.; BETHMANN, S. (2013): „Eintauchen in eine andere Welt“ – Untersuchungen über Erholungskonzepte und Erholungsprozesse im Wald. In: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 184 (3–4), 70–83.
  - Ernstson, H. & Sörlin, S. (2012) Ecosystem services as technology of globalization: On articulating values in urban nature. *Ecological Economics* in press, S. 1–10
  - Europäisches Parlament und der Rat der Europäischen Union (2007) Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE), 14 S.
  - Farley, J. & Constanza, R. (2010) Payments for ecosystem services: From local to global. *Ecological Economics* 69, S. 2060–2068
  - Flemming, G. (1994) Wald - Wetter - Klima: Einführung in die Forstmeteorologie. Dt. Landwirtschaftsverlag. Berlin
  - Frehner, M., Wasser, B. & Schwitter, R. (2005) Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bundesamt für Umwelt Wald und Landschaft (BUWAL)
  - Grunewald, K. & Bastian, O. (2013) Ökosystemdienstleistungen: Konzepte, Methoden und Fallbeispiele. Springer Verlag. Berlin Heidelberg
  - Hagenbuch, R., Haltinger, M., Dudler, G. & Hafen, M. (2011) Gesundheitsförderung und Landschaftsentwicklung. Einbezug von Aspekten der Gesundheitsförderung bei der Entwicklung von Agglomerationslandschaften. 48 S.
  - Hartig, T., Evans, G.W., Jamner, L.D. & Gärling, T. (2003) Tracking restoration in natural and urban field settings. *Journal of Environmental Psychology* 23, S. 109–123
  - Häuser, A., Neidlein, H.-C. & Orendt, C. (2003) Lebendige Gewässer im Wald. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. Landesverband Baden-Württemberg
  - Health Council of the Netherlands and Dutch Advisory Council of Research on Spatial Planning Nature and the Environment (2004) Nature and Health. The influence of nature on social, psychological and physical well-being. The Hague: Health Council of the Netherlands
  - Heller, H. & Hartig, M. (2014) Biologischer Küstenschutz mit Gehölzen in Mecklenburg-Vorpommern. *Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges.* 99, S. 121–134
  - Hirsch, K.-W. & Trimpop, M. (2010) Lärmschutz durch Wald Tl. 2.: Forstliche Aspekte bei der Schallausbreitungsrechnung. Kapitel. in: Deutsche Gesellschaft für Akustik e. V. (DEGA) (Hrsg.): Fortschritte der Akustik DAGA 2010. Deutsche Jahrestagung für Akustik, 15. bis 18. März 2010 in Berlin. S. 169–170
  - Jedicke, E. (1994) Biotopverbund: Grundlagen und Maßnahmen einer neuen Naturschutzstrategie. Ulmer
  - Kaplan, R. & Austin, M.E. (2004) Out in the country: Sprawl and the quest for nature nearby. *Landscape and Urban Planning* 69(2-3), S. 235–243
  - Kaplan, R. & Kaplan, S. (1989) The experience of nature: A psychological perspective. Cambridge University Press, New York
  - Kirnbauer, R., Lang, H. & Forster, F. (2000) Hydrologische Forschungsgebiete – Informationsquellen für Wissenschaft und Praxis. *Österr. Wasser- und Abfallwirtschaft* 52(5/6), S. 87–94
  - Landesforstanstalt Mecklenburg-Vorpommern (2006) Waldfunktionenkartierung Mecklenburg-Vorpommern.

- Latif, M. (2009): Klimawandel und Klimadynamik, UTB Stuttgart, 219 S.
- LUBW (2010) Gewässerstrukturkartierung in Baden-Württemberg. LUBW (Landesanstalt für Umwelt Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg)
- Margreth, S. (2004) Die Wirkung des Waldes bei Lawinen. Forum für Wissen, S. 21 – 26
- Markart, G. & Kohl, B. (2009) Wie viel Wasser speichert der Waldboden? BFW Österreich, www.waldwissen.net
- Markart, G., Kohl, B. & Perzl, F. (2006) Der Bergwald und seine hydrologische Wirkung - eine unterschätzte Größe? LWF Wissen 55, S. 34 – 43
- Marzelli, S., Moning, C., Daube, S., Offenberger, M., Gret-Regamey, A., Rabe, E.-S., Köllner, T., Poppenborg, P., Hansjürgens, B., Ring, I., Schröter-Schlaack, C., Schweppe-Kraft, B. & Macke, S. (2012) Naturkapital Deutschland – TEEB DE: Der Wert der Natur für Wirtschaft und Gesellschaft – Eine Einführung. ifuplan München et al.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005) Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC
- Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Umwelt Mecklenburg (1994) Generalplan Küsten- und Hochwasserschutz Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin.
- Mitscherlich, G. (1978) Wald, Wachstum und Umwelt: 3 Bände. Sauerlaender Frankfurt
- Modellvorhaben KlimaMORO (2011) Raumentwicklungsstrategie – Anpassung an den Klimawandel und Klimaschutz in der Planungsregion Vorpommern, Forschungsprogramm des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Regionaler Planungsverband/AfRL Vorpommern
- Mohaupt, M., Wurster, M., Ensinger, K., Röder, A., Selter, A. (2013) Modellierung der Erholungsnutzung der Wälder Baden-Württembergs. In: Jahresbericht 2013. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg
- Mössmer, E.-M., Dinser, G. & Pröbstle, P. (1997) Handbuch zur Sanierung von Schutzwäldern im bayerischen Alpenraum. Bayerische Staatsforstverwaltung
- Mössmer, R. (2003) Vorbeugender Hochwasserschutz durch Wald und Forstwirtschaft in Bayern: Ergebnisse eines Demonstrationsvorhabens. AFZ/Der Wald 17, S. 875 – 877
- MUNLV (2007) Immissionsschutz in der Bauleitplanung. Abstände zwischen Industrie- bzw. Gewerbegebieten und Wohngebieten im Rahmen der Bauleitplanung und sonstige für den Immissionsschutz bedeutsame Abstände (Abstandserlass). MUNLV (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) des Landes Nordrhein-Westfalen, 228 S.
- Niedersächsisches Ministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten (2000) Erstaufforstung - Neue Wälder. Niedersächsisches Ministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten Heft 9
- Niehoff, D. & Bronstert, A. (2002) Landnutzung und Hochwasserentstehung: Modellierung anhand dreier mesoskaliger Einzugsgebiete. Wasser und Boden 42, S. 20 – 28
- Peck, A. & Mayer, H. (1996) Einfluss von Bestandesparametern auf die Verdunstung von Wäldern. Forstw. Cbl. 115, S. 1 – 9
- PEFC (2005) Regionaler Waldbericht Baden-Württemberg.
- Perzl, F. (2005) Beurteilung der Lawinen-Schutzwirkung des Waldes. BFW-Praxisinformation (8), S. 27 – 31
- Perzl, F. (2006) Die Buche – eine Baumart des Objektschutzwaldes. BFW-Praxisinformation (12), S. 29 – 31z7
- Pistorius, T., Schaich, H., Winkel, G., Plieninger, T., Bieling, C., Konold, W. & Volz, K.-R. (2012) Lessons for REDDplus: A comparative analysis of the German discourse on forest functions and the global ecosystem debate. Forest Policy and Economics 18, S. 4 – 12
- Pretzsch, P. & Kleinert, H. (1995) Wegränder: Bedeutung – Schutz – Pflege. Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung Landwirtschaft und Forsten (AID) e. V.
- Prietzel, J. & Christophel, D. (2013) Humusschwund in Waldböden der Alpen, in LWF aktuell 97/2013: 44 – 66
- Puhlmann, H., von Wilpert, K., Niederberger, J. & Marcq, J. (2007) Kleine Kinzig: forest liming to enhance the water quality in the catchment of a drinking water reservoir. Kapitel. in: H. Puhlmann & R. Schwarze (Hrsg.): Forest hydrology - results of research in Germany and Russia Part I. German national committee of the Internat. Hydrolog. Programme UNESCO and Water Resource Program of WMO. S. 91 – 113
- Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1999) Umwelt und Gesundheit – Risiken richtig einschätzen, Unterrichtung durch die Bundesregierung, Deutscher Bundestag, Drucksache 14/2300, 251 S.
- Reif, A. & Gärtner, S. (2006) Naturschutz durch Nutzung des Waldes – Widerspruch in sich oder glückliche Fügung? Denkanstöße 4, S. 22 – 32
- Rickli, C., Graf, F., Gerber, W., Frei, M. & Böll, A. (2004) Der Wald und seine Bedeutung bei Naturgefahren geologischen Ursprungs. Kapitel. in: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald Schnee und Landschaft (WSL) (Hrsg.): Schutzwald und Naturgefahren. Forum für Wissen. S. 27 – 35
- Ring, I. (2013) Der Nutzen von Ökonomie und Ökosystemleistungen für die Naturschutzpraxis. Bundesamt für Naturschutz, 96 S.
- Robinson, M., Cognard-Plancq, A.-L., Cosandey, C., David, J., Durand, P., Führer, H.-W., Hall, R., Hendriques, M.O., Marc,

- V., McCarthy, R., McDonnell, M., Martin, C., Nisbet, T., O’Dea, P., Rodgers, M. & Zollner, A. (2003) Studies of the impact of forests on peak flows and baseflows: a European perspective. *Forest Ecology and Management* 186, S. 85–97
- Schaber-Schoor, G. (2005) Planung und Gestaltung von Gehölzbewuchs auf Deponien. Kapitel. Tagungsband zur Fachtagung „Qualifizierte Rekultivierungsschuchten“ am 7.12.2005 in Böblingen. Institut für Landespflege der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, S. 74–91
  - Schaber-Schoor, G. (2007) Kleine Gewässerläufe im Wald - Grundlagen für den Erhalt und die Entwicklung naturnaher Bachläufe in bewirtschafteten Wäldern. *Culterra* Bd. 49, Freiburg, 247 S.
  - Scheffer, F. & Schachtschabel, P. (1982) Lehrbuch der Bodenkunde. Enke Verlag
  - Schirmer, C. (2007) Neuausweisung des Bodenschutzwaldes. *FVA-Einblick* 3/2007, S. 13f.
  - Schröder, D. (1978) Bodenkunde in Stichworten. Ferdinand Hirt Verlag. Kiel
  - SCHUCHARDT, B., WITTIG, S. & SPIEKERMANN, J. (HRSG.) (2011) Vulnerabilität der Metropolregion Bremen-Oldenburg gegenüber dem Klimawandel (Synthesebericht). nordwest2050-Berichte Heft 2. Bremen / Oldenburg: Projektkonsortium ‚nordwest2050‘.
  - Schüler, G. (2005) Wasserrückhalt und Hochwasserschutz durch vorsorgende Waldbewirtschaftung. Kapitel. in: W. Wagner (Hrsg.): *Abwassertechnik und Gewässerschutz. Loseblattwerk*; Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm GmbH. S. 60
  - Schwitter, R. (2002) Sturmholz als Lawinenschutz – ein Erfahrungsbericht. *Wald und Holz* 6, S. 1–5
  - Smith, T.M. & Smith, R.L. (2008) *Ökologie*. Pearson Studium. München
  - Sonntag, S. & Fritz, C. (2007) The recovery experience questionnaire: Development and validation of a measure for reassessing and unwinding from work. *Journal of Occupational Health Psychology* 12, S. 204–221
  - Staatsbetrieb Sachsenforst (2005) Immissionsschutzwald – Empfehlungen zur Anlage und Behandlung von Immissionsschutzwald um Tierproduktionsanlagen, 24 S., Pirna
  - Staatsbetrieb Sachsenforst (2010) Waldfunktionenkartierung – Grundsätze und Verfahren zur Erfassung der besonderen Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes im Freistaat Sachsen, 71 S., Pirna
  - Sucker, C., Puhlmann, H., Zirlewagen, D., Von Wilpert, K. & Feger, K.-H. (2009) Bodenschutzkalkungen in Wäldern zur Verbesserung der Wasserqualität – Vergleichende Untersuchungen auf Einzugsgebietsebene. *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 53(4), S. 250–262
  - TEEB (2010) Die Ökonomie von Ökosystemen und Biodiversität: Die ökonomische Bedeutung der Natur in Entscheidungsprozessen integrieren. Ansatz, Schlussfolgerungen und Empfehlungen von TEEB - eine Synthese.
  - Turner, M.G., Donato, D.C. & Romme, W.H. (2012) Consequences of spatial heterogeneity for ecosystem services in changing forest landscapes: priorities for future research. *Landscape Ecol.*, S. 17
  - Tyrväinen, L., Pauleit, S., Seeland, K. & de Vries, S. (2005) Benefits and Uses of Urban Forests and Trees. Kapitel 4. in: C. Konijnendijk et al. (Hrsg.): *Urban Forests and Trees*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. S. 81–114
  - UN-REDD Programm: The United Nations Collaborative Programme on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries. <http://www.un-redd.org/Home/tabid/565/Default.aspx>
  - van Eimmern, J. & Häckel, H. (1984) *Wetter- und Klimakunde: ein Lehrbuch der Agrarmeteorologie*. Ulmer. Stuttgart
  - Volz (2014) Nachhaltigkeit als integrativer Anspruch an eine multifunktionale Waldbewirtschaftung. *AFZ* 6, S. 7–9
  - Von Wilpert, K. & Puhlmann, H. (2007) Conventwald silvicultural management of seepage water quality. Kapitel. in: H. Puhlmann & R. Schwarze (Hrsg.): *Forest hydrology - results of research in Germany and Russia Part I. German national committee of the Internat. Hydrolog. Programme UNESCO and Water Resource Program of WMO*. S. 63–90
  - Von Wilpert, K. & Zirlewagen, D. (2004) Forestry management options for water preservation. Kapitel. in: F. Andersson et al. (Hrsg.): *Towards the sustainable use of Europe’s forests – forest ecosystem and landscape research: scientific challenges and opportunities*. *EFI-Proceedings*, 49. *EFI*. S. 189–197
  - Von Wilpert, K. (2006) Waldbauliche Steuerung des Stoffhaushalts von Waldökosystemen. *FVA-Einblick* 2, S. 2–4
  - Von Wilpert, K. (2007) Silvicultural management of water quality. Kapitel. in: H. Puhlmann & R. Schwarze (Hrsg.): *Forest hydrology – results of research in Germany and Russia Part I German national committee of the Internat. Hydrolog. Programme UNESCO and water resource program of WMO*, S. 37–39
  - Von Wilpert, K. (2008) Waldbaulich Steuerungsmöglichkeiten des Stoffhaushalts von Waldökosystemen – am Beispiel von Buchen- und Fichtenvarianten der Conventwald-Fallstudie. *Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg Baden-Württemberg Band 40*.
  - von Wilpert, K., Niederberger, J. & Puhlmann, H. (2007) Fallstudien zur Bewertung und Entwicklung forstbetrieblicher Optionen zur Sicherung der Wassergüte in bewaldeten Einzugsgebieten – Wirkung von Bodenschutzkalkungen auf die Wasserqualität. *Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg Band 75*.

- Walentowski, H., Ewald, H., Fischer, J., Kölling, C. & Türk, W. (2006) Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns: ein auf geobotanischer Grundlage entwickelter Leitfaden für die Praxis in Forstwirtschaft und Naturschutz. Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft (LWF)
- Weinmeister, W. (2003) Fähigkeit des Waldes zur Verminderung von Hochwasser und Erosionsschäden. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft 40, S. 15–33
- Weiss, D. (1992) Schutz der Ostseeküste von Mecklenburg-Vorpommern. In: Kramer, J. & Rohde, H. (1992) Historischer Küstenschutz: Deichbau, Inselschutz und Binnenentwässerung an Nord- und Ostsee, S. 536 – 567. Stuttgart: Wittwer.
- Witzig, J., Badoux, A., Hegg, C. & Luscher, P. (2004) Waldwirkung und Hochwasserschutz – eine standörtlich differenzierte Betrachtung. Forst und Holz 59(10), S. 476–479
- Wölfel Meßsysteme – Software GmbH im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden (2009) Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Akustisches Modell zur Abschirmwirkung von Wäldern“, 63 S. und Anhang
- Wurster, M., Ensinger, K., Jenne, M. & Waldenspuhl, T. (2012) „Dann ist Ruh“ – Sichtweisen zum Thema Wald und Gesundheit. In: N. Bauer et al. (Hrsg.) Landscape and Health: Effects, Potential and Strategies. International conference, January 24 and 25., Eidg. Forschungsanstalt WSL, . S. 65–66, Birmensdorf
- Zimmermann, L., Raspe, S., Schulz, C. & Grimmeisen, W. (2008) Wasserverbrauch von Wäldern. LWF Waldforschung aktuell 66, S. 16–20

# 8 Rechtliche Grundlagen

## BayWaldG

Waldgesetz für Bayern (BayWaldG) vom 22. Juli 2005, das zuletzt durch § 40 des Gesetzes vom 20. Dezember 2011 (GVBl. S. 689) geändert worden ist

## BlmSchG

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BlmSchG) vom 17. Mai 2013 (BGBl. I. S. 1274), geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 2. Juli 2013 (BGBl. I. S. 1943)

## 4. BlmSchV

Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BlmSchV) vom 2. Mai 2013 (BGBl. I. S. 973, 3756)

## 34. BlmSchV

Vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung – 34. BlmSchV) vom 6. März 2006 (BGBl. I. S. 516)

## 39. BlmSchV

Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualität und Emissionshöchstmengen – 39. BlmSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I. S. 1065)

## BNatSchG

Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG) vom 29. Juli 2009 (BGBl. S. 2542), das zuletzt durch Artikel 4 Absatz 100 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I. S. 3154) geändert worden ist

## BWaldG

Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz – BWaldG) vom 2. Mai 1975 (BGBl. I. S. 1037), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 31. Juli 2010 (BGBl. I. S. 1050) geändert worden ist

## EU-Umgebungslärmrichtlinie

Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm (ABl. EG Nr. L 189 S. 12)

## FStrG

Bundesfernstraßengesetz (FStrG) vom 6. August 1953 (BGBl. I. S. 903), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 31. Mai 2013 (BGBl. I. S. 1388) geändert worden ist

## Flora-Fauna-Habitat-RL

der Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (ABl. L 206 vom 22. Juli 1992, S. 7), die zuletzt durch Richtlinie 2006/105/EG (ABl. L 363 vom 20. Dezember 2006, S. 368) geändert worden ist

## FluLärmG

Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (FluLärmG) vom 31. Oktober 2007 (BGBl. I. S. 2550)

## FoVG

Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) vom 22. Mai 2002 (BGBl. I. S. 1658), das zuletzt durch Artikel 37 des Gesetzes vom 9. Dezember 2010 (BGBl. I. S. 1934) geändert worden ist

## LWaG MV

Wassergesetz des Landes Mecklenburg-Vorpommern (LWaG) vom 30. November 1992 (GVObI. S. 669), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 4. Juli 2011 (GVObI. S. 759, 765) geändert worden ist

## LWaldG BW

Waldgesetz für Baden-Württemberg (Landeswaldgesetz – LWaldG) vom 31. August 1995 (GBl. S. 685), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 10. November 2009 (GBl. S. 645, 658) geändert worden ist

## LWaldG MV

Waldgesetz für das Land Mecklenburg-Vorpommern (Landeswaldgesetz – LWaldG) vom 27. Juli 2011 (GVObI. S. 870)

## SächsWaldG

Waldgesetz für den Freistaat Sachsen (SächsWaldG) vom 10. April 1992, das zuletzt durch Gesetz vom 2. April 2014 (SächsGVBl. S. 270) geändert worden ist

## SächsWG

Sächsisches Wassergesetz (SächsWG) vom 12. Juli 2013 (SächsGVBl. S. 503)

## UIG

Umweltinformationsgesetz (UIG) vom 22. Dezember 2004 (BGBl. I. S. 3704), das durch Artikel 2 Absatz 47 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I. S. 3154) geändert worden ist

## Vogelschutz-RL

Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (ABl. L 20 vom 26. Januar 2010, S. 7)

## WHG

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I. S. 2585), das zuletzt durch Artikel 4 Absatz 76 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I. S. 3154) geändert worden ist

# Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1</b>	Auswirkungen des Waldaufbaus auf die Ausbildung der Schneedecke. ....	<b>Seite 22</b>
<b>Abbildung 2</b>	Reichweite und Wirkungen einer Windschutzpflanzung. ....	<b>Seite 26</b>
<b>Abbildung 3</b>	Visualisierung der Lärmbelastung an Hauptverkehrsstraßen bei Tag. ....	<b>Seite 33</b>
<b>Abbildung 4</b>	Visualisierung der Lärmbelastung an Hauptverkehrsstraßen bei Nacht. ....	<b>Seite 33</b>
<b>Abbildung 5</b>	Erreichbarkeitsanalysen bei Freiburg. ....	<b>Seite 46</b>
<b>Abbildung 6</b>	Interpolierte Modellierungsergebnisse Kreis Freudenstadt. ....	<b>Seite 47</b>
<b>Abbildung 7</b>	UTM-Koordinaten und Zonenfelder für Deutschland. ....	<b>Seite 51</b>
<b>Abbildung 8</b>	Orthophoto als RGB-, CIR- und Schwarz/Weiß-Bild (von links nach rechts). ....	<b>Seite 52</b>
<b>Abbildung 9</b>	Darstellung eines DGM als Reliefschattierung (links) und als Hangneigung (rechts). ....	<b>Seite 52</b>
<b>Abbildung 10</b>	Bildausschnitt mit Wald- und Wegeinformation des WebAtlasDe des bundesweit einheitlichen Darstellungsdienstes. ....	<b>Seite 53</b>
<b>Abbildung 11</b>	Modellbasierte Neuausweisung der Waldfunktion Bodenschutzwald in Baden-Württemberg. ....	<b>Seite 55</b>
<b>Abbildung 12</b>	Report Waldfunktionen (Beispiel Niedersächsische Landesforsten). ....	<b>Seite 55</b>
<b>Abbildung 13</b>	Integration der Waldfunktionen in forstliche Unternehmensanwendungen. ....	<b>Seite 56</b>
<b>Abbildung 14</b>	Beispielhafte Legende der Waldfunktionenkarte aus Baden-Württemberg. ....	<b>Seite 57</b>
<b>Abbildung 15</b>	Ausschnitt aus einer Themenkarte Natur. ....	<b>Seite 57</b>

# Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1</b>	Überblick der Waldfunktionen und deren Definition . . . . .	<b>Seite 10</b>
<b>Tabelle 2</b>	Das „Handbuch zur Sanierung von Schutzwäldern im bayerischen Alpenraum“ . . . . .	<b>Seite 22</b>
<b>Tabelle 3</b>	Anforderungsprofil von Wald an den Lawinenschutz . . . . .	<b>Seite 23</b>
<b>Tabelle 4</b>	Beispiele für genehmigungsbedürftige Anlagen und Abstandsklassen nach dem Abstandserlass für das Land Nordrhein-Westfalen . . . . .	<b>Seite 29</b>
<b>Tabelle 5</b>	Grenzwerte für Luftschadstoffe . . . . .	<b>Seite 29</b>
<b>Tabelle 6</b>	Wirkungsraum entlang von Wegen auf die Erholung im Wald . . . . .	<b>Seite 44</b>
<b>Tabelle 7</b>	Modellparameter aus den sozioempirischen Umfragen zur Erholungsnutzung der Wälder in Baden-Württemberg . . . . .	<b>Seite 45</b>
<b>Tabelle 8</b>	Ergänzende Beurteilungsmatrix zur Einordnung von Erholungswaldgebieten in Stufe I oder II . . . . .	<b>Seite 48</b>

# NOTIZEN

A series of horizontal dotted lines for writing notes.



