

A photograph of a forest floor covered in a dense carpet of small white flowers, likely cowslip (Corydalis), with large green leaves. In the background, several tree trunks are visible, including a prominent one in the center-left. The scene is brightly lit, suggesting a sunny day in a deciduous forest.

Biologische Vielfalt in den Wäldern Nordrhein-Westfalens

Grundsätze, Grundlagen und
Zustand – Beispiele, Defizite
und Entwicklungsziele

Biologische Vielfalt in den Wäldern Nordrhein-Westfalens

Grundsätze, Grundlagen und Zustand – Beispiele, Defizite und Entwicklungsziele

Autoren

Alfred Becker

unter Mitwirkung von

Norbert Asche, Michael Börth, Peter Fasel, Joachim Heyder,
Bertram Leder, Carola Marckmann, Uta Schulte

Heft 18

**der Schriftenreihe der Landesforstverwaltung
Nordrhein-Westfalen**

Inhalt

7	Vorwort
8	Einführung
10	Vielfalt der Natur
11	Gesteine und Böden
16	Klimatische Vielfalt
18	Faktor Mensch
19	Lebensgemeinschaften
	Allgemeines
	Wälder
	Mischwälder
	Strukturreiche (stufige) Wälder
28	Fehlentwicklungen
32	Ziele und Maßnahmen zur Erhaltung, Wiederherstellung oder Gestaltung der biologischen Vielfalt in Wäldern
33	Standortgerechte Bestockung
35	Naturnahe Bestockung, Mischwälder
37	Besondere Waldformen und -biotopie
	Allgemeines
	Waldsäume
	Zusatzbiotopie, Totholz
43	Vielfalt der Lebensgemeinschaften, Arten und Genotypen
43	Vielfalt der Lebensgemeinschaften
44	Vielfalt der Arten
	Bedrohte Baumarten
	Straucharten
	Krautige Pflanzen und Tiere
	„Reservebaumarten“
57	Vielfalt der Genotypen
	Allgemeines
	Generhaltungsmaßnahmen
	Erhaltung „in situ“
	Erhaltung „ex situ“
66	Fördermöglichkeiten
67	Förderung einer naturnahen Waldwirtschaft
68	NATURA 2000
69	Naturschutzmaßnahmen im Wald
70	Rechtliche Grundlagen
71	Rio de Janeiro
71	Weitere internationale Vereinbarungen
72	Europäische Union
72	Deutschland
74	Zusammenfassung
78	Ausblick
86	Literaturauswahl
94	Impressum

Vorwort



Der Rückgang und die Veränderung des Artenspektrums von Flora und Fauna sind ein globales Problem. Dabei gilt die weltweite Klimaveränderung als entscheidende Ursache. Schadereignisse wie der Orkan „Kyrill“ im Januar 2007 führen dies deutlich vor Augen, ermöglichen aber auch ein Umdenken und Gegensteuern – zum Beispiel bei der Wiederbewaldung der entstandenen Freiflächen.

Mit seinem Beitritt zur internationalen Kampagne „Countdown 2010 – Save Biodiversity“ hat sich das Land Nordrhein-Westfalen im November 2007 zu einer Reihe von Leistungen für den Erhalt der biologischen Vielfalt verpflichtet und Maßnahmen zur Bekämpfung ihres weiteren Rückgangs in die Wege geleitet.

Darüber hinaus hat sich Nordrhein-Westfalen als Gastgeberland der 9. UN-Naturschutzkonferenz im Mai 2008 in Bonn intensiv mit dem Schwerpunktthema „Biologische Vielfalt“ auseinandergesetzt – genauso wie die 5.000 Delegierten aus aller Welt, die darüber diskutieren, wie sich unsere Arten, Lebensräume und Ökosysteme nachhaltig sichern lassen.

Der Landesbetrieb Wald und Holz NRW hat die UN-Konferenz zum Anlass genommen, das Thema „Biodiversität im Wald“ ins Blickfeld der Öffentlichkeit zu rücken. So stellt die vorliegende Publikation den Artenreichtum der nordrhein-westfälischen Wälder dar – wobei auch Fehlentwicklungen angesprochen und Maßnahmen zur Erhaltung oder Wiederherstellung der biologischen Vielfalt in den Wäldern aufgezeigt werden.

Die Veröffentlichung erweitert die Schriftenreihe der Landesforstverwaltung NRW im Themenkomplex „Wald – Naturschutz – Klima“ um einen Beitrag, der für die interessierten Bürgerinnen und Bürger ebenso lesenswert sein dürfte wie für die forstliche Praxis.

A handwritten signature in black ink that reads "Frank-D. Richter". The signature is written in a cursive, slightly slanted style.

Frank-Dietmar Richter
Leiter des Landesbetriebs
Wald und Holz NRW

Einführung

Durch erdgeschichtliche Ereignisse, klimatische Zustände und vielfältige Einflussnahme des Menschen hat sich auf der Erdoberfläche ein Mosaik unterschiedlichster Standorte mit vielfältigen und durch langfristige Anpassung relativ stabilen Lebensgemeinschaften aus Pflanzen, Tieren und Pilzen entwickelt. In den Wäldern ist diese Vielfalt weitgehend erhalten geblieben.

Sie gilt es auf den Ebenen der Lebensgemeinschaften (Ökosysteme), Arten und Genotypen gleichermaßen zu bewahren und im Sinne einer optimalen Funktionsfähigkeit der Wälder als Lebensgemeinschaft und Nutzungsobjekt zu vermehren. Sie ermöglicht es, die natürlichen Systeme ohne ständigen „Energie-Input“ risiko- und kostenarm zu erhalten und die nachhaltige Erfüllung der wichtigsten Waldfunktionen jetzt und in Zukunft zu sichern. Darüber hinaus werden Lebensräume für eine Vielzahl von Arten bereitgestellt. Auf diese Weise wird sowohl für die Arterhaltung und für künftige Änderungen der Umweltbedingungen als auch für die Befriedigung der menschlichen Bedürfnisse vorgesorgt.

Zur Feinabstimmung der Lebensgemeinschaften auf den kleinräumigen und periodischen Wechsel der Standortbedingungen gehört nicht nur eine Vielfalt von Arten, sondern auch eine möglichst große Vielfalt von regionalen und sich ständig anpassenden Genotypen innerhalb der Arten. Diese Forderung entspricht genau den internationalen und nationalen Programmen, die im Kapitel „Rechtliche Grundlagen“ vorgestellt werden. Alle nationalen und landesweiten Programme sind in die internationalen Bemühungen, Programme und Verpflichtungen eingebunden.

Die empfohlenen Bemühungen um Erhaltung und Mehrung der biologischen Vielfalt sollten

nicht so sehr als eine notwendige Belastung und Einschränkung der in der Landschaft wirtschaftenden Menschen angesehen werden. Vielmehr sollten sie als eine Chance zur langfristigen und zumindest kostenneutralen Erhaltung relativ stabiler Verhältnisse im Haushalt der Natur verstanden werden. Sie können sogar zur Steigerung der Produktion oder zur Senkung der Produktionskosten durch verstärkte Nutzung des genetischen Potenzials, Ausschaltung von Störfaktoren und Nutzung der natürlichen Wirkungen von Ökosystemen führen. Ein wichtiger Grundsatz ist dabei: „Mit der Natur wirtschaften“. Nicht ohne Grund lautet die Überschrift eines Artikels über die Ergebnisse der 2. Bundeswaldinventur (BWI²): „Mit Vielfalt und Struktur nah an der Natur“ (GRANKE 2005).

Grundsätzlich haben die wirtschaftenden Menschen, von Fehlentwicklungen abgesehen, schon immer – verstärkt seit etwa 8.000 Jahren – zur Erweiterung der biologischen Vielfalt beigetragen, weil dies ihren Bedürfnissen entsprach. Das Ergebnis der menschengemachten Vielfalt und ihrer sekundären Wirkungen ist die historisch entstandene Kulturlandschaft. Sie ist ebenso oder annähernd so schützenswert wie die natürliche Vielfalt, zumal sie in vielen Regionen der Welt, so auch in Europa, bereits weitgehend an die Stelle unbewirtschafteter Naturlandschaften getreten ist.

Die nachstehenden Erläuterungen sollen in erster Linie interessierte Bürgerinnen und Bürger über die Grundsätze und den Zustand der biologischen Vielfalt in den Wäldern Nordrhein-Westfalens informieren, darüber hinaus aber den im Wald agierenden Fachkräften sowie den Politikern Hinweise für notwendige Maßnahmen geben bzw. sie ermuntern, in der Umsetzung der als richtig erkannten Ziele mutig fortzufahren.



Naturwaldzelle „Probstforst“ bei Bonn



Vielfalt der Natur

Im Laufe der Erdgeschichte sind zunächst durch Erkal- tung des Erdmantels bzw. durch Ausbrüche von Gesteins- schmelzen mehr oder weniger kristalline und basenreiche Urgesteine oder deren Umwandlungsprodukte (meta- morphie Gesteine) entstanden. Durch Abtragung und Sedimentation von Gesteinstrümmern unterschiedlich- ster Größe bildeten sich sodann Sedimentgesteine. Diese können je nach Ausgangsgestein, Bildungsbedingungen und Mitwirkung von Organismen basenreich (z. B. Muschel- oder Korallenkalke) bis zu extrem basenarm (z. B. Schmelzwasser-Sander) sein. Aus den gleichen Gründen variieren Festigkeit oder Weichheit der Gesteine.

Je nach Ausgangsgestein, vorherrschenden orographi- schen Bedingungen (Gelände), Gelände-Exposition und

damit einhergehenden kleinklimatischen Verhältnissen haben in Mitteleuropa seit über 10.000 Jahren relativ ungestörte Bodenbildungsprozesse stattgefunden. Diese haben zu unterschiedlichsten Bodentypen mit eigener Dynamik sowie charakteristischem Nährstoff-, Luft- und Wassergehalt geführt. Unter Einwirkung aktueller klima- tischer Bedingungen entstand ein Mosaik unterschied- lichster Standorte mit einer charakteristischen Palette von Standortfaktoren bzw. entstanden Kleinstandorte als Folge kleinklimatischer und edaphischer (bodenbeding- ter) Unterschiede. Zudem wechseln die Standorteigen- schaften durch klein- bis großklimatische Veränderungen während mittlerer bis längerer Perioden bzw. auch bereits infolge des natürlichen jahreszeitlichen Witterungsver- laufs am Standort.

Gesteine und Böden

Wichtige Ausgangsgesteine mit ihrer Basengehaltsstufe, die auch in Nordrhein-Westfalen vorkommen, zeigt die nachstehende Tabelle. Vorkommen und Verteilung der Gesteine ergeben sich aus der nachstehenden „Geolo- gischen Landeskarte“.

Auf Standorten mit gleichmäßig mittlerer Wasserversor- gung und durchschnittlichen Wasservorräten finden sich: Braunerderanker, Basenarme Braunerde, Parabraunerde, Podsolige Braunerde, Podsol (bei basenarmem Ausgangs- gestein); Pararendzina, Basenreiche Braunerde, Braun- lehm (bei basenreichem Ausgangsgestein).

Auf Standorten mit geringer Bodenentwicklung und unterdurchschnittlicher Wasserversorgung sind verbreit- et: Ranker, Rendzina.

Auf Standorten mit dauernder oder periodischer Über- versorgung mit Wasser finden sich: Gleye, Hanggleye, Pseudogleye, Stagnogleye, Moorgleye.

Tabelle 1: Basizität von Gesteinen (nach DUDA und REJL 2003)

Basizität	Tiefengesteine	Ergussgesteine	Metamorphe Gesteine	Sediment- gesteine	„Locker- gesteine“
basisch		Melaphyr, Diabas, Basalt	Grünschiefer, Marmor	Muschelkalk, Plänerkalk, Dolomit	Löss, Mergel
mäßig basisch	Syenit, Gabbro	Trachyt, Pophyrit	Feldspatphyllit		Lösslehm
sauer	Granit	Quarzporphyr, Liparit	Gneis, Quarzphyllit	Tonschiefer	
sehr sauer				Quarzit, quar- zitische Sand- steine, Brek- zien, Grau- wacken	Quarzitische Sande; Sander



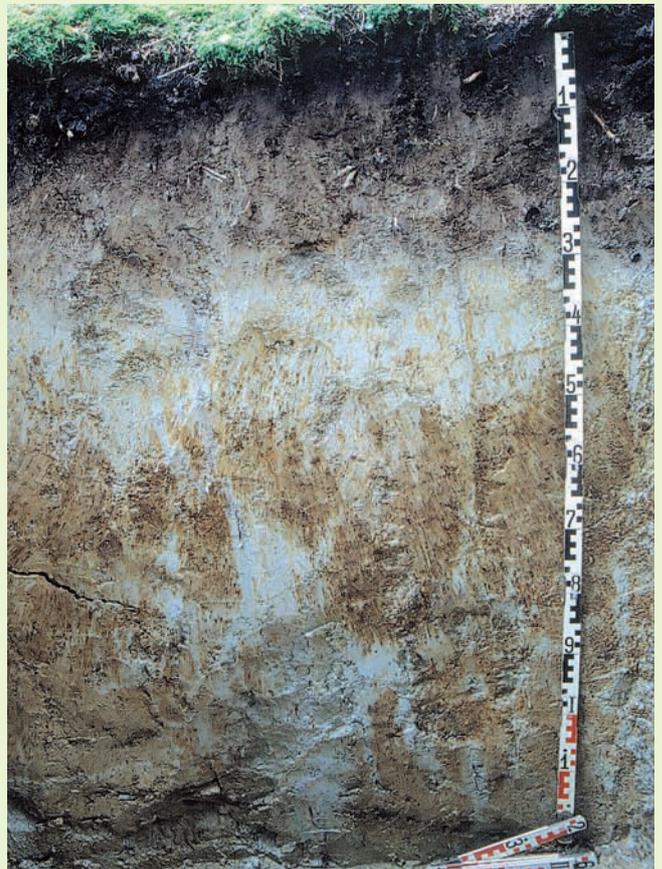
Tiefgründige Braunerde



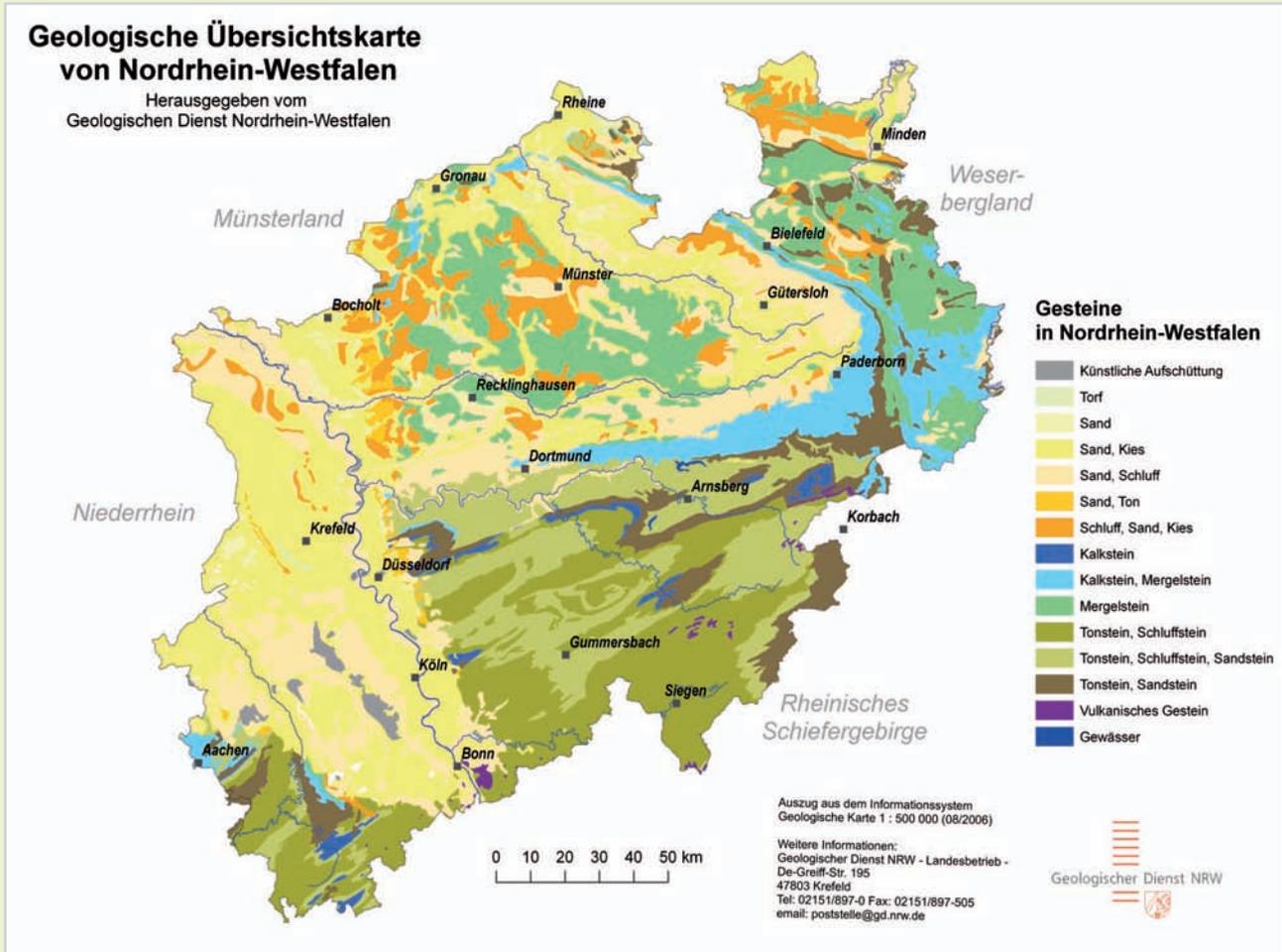
Podsol aus Flugsand/tertiärem Sand, Raum Wassenberg, Rheinland



Gley, Stadtwald Mönchengladbach



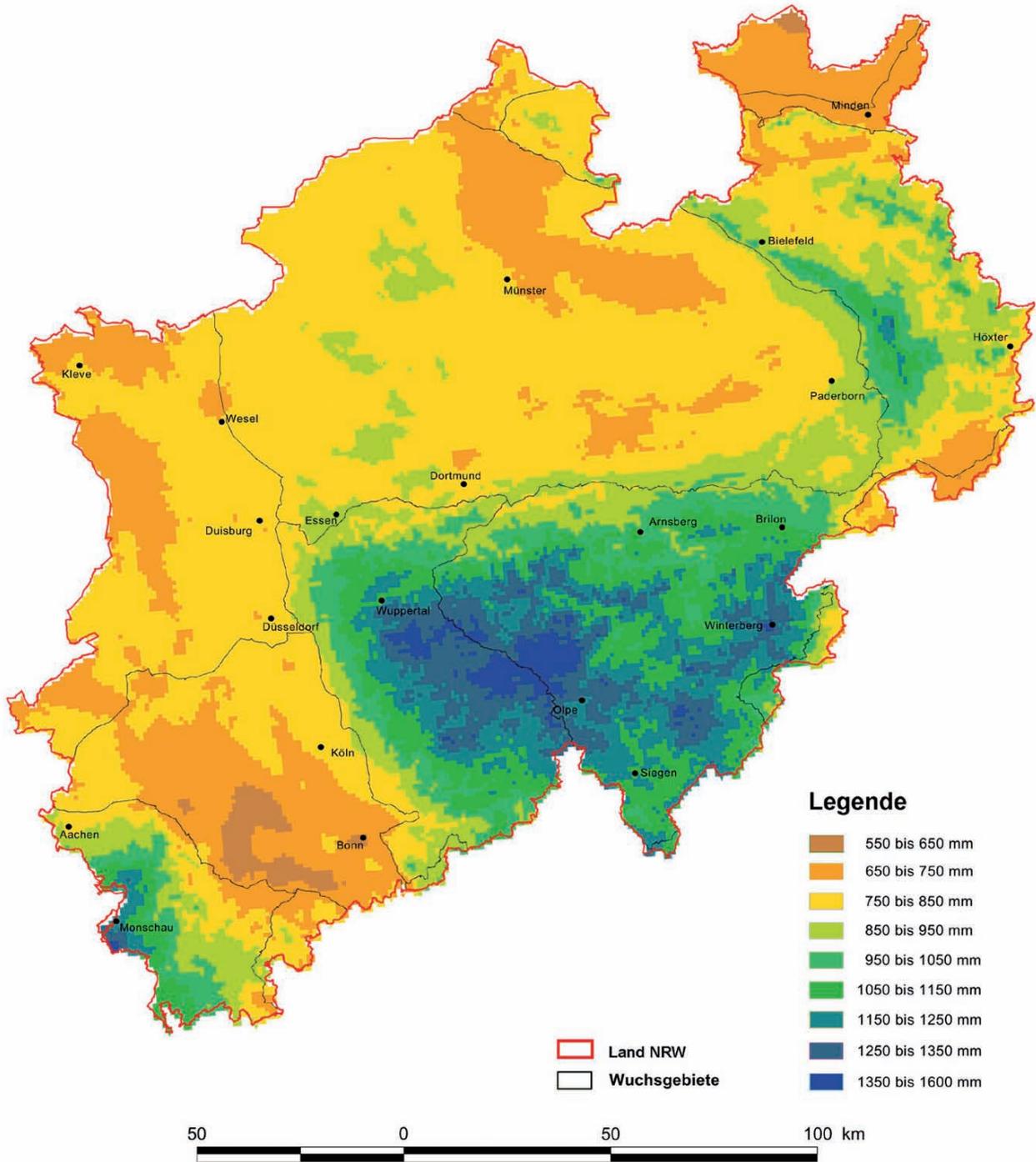
Gley-Pseudogley, mäßig basenhaltig, aus Löss über präquartärem Sand im Raum Selfkant, Heinsberg, Erkelenz



Geologische Übersichtskarte von Nordrhein-Westfalen (Quelle: Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen)

Niederschlag im Jahresmittel

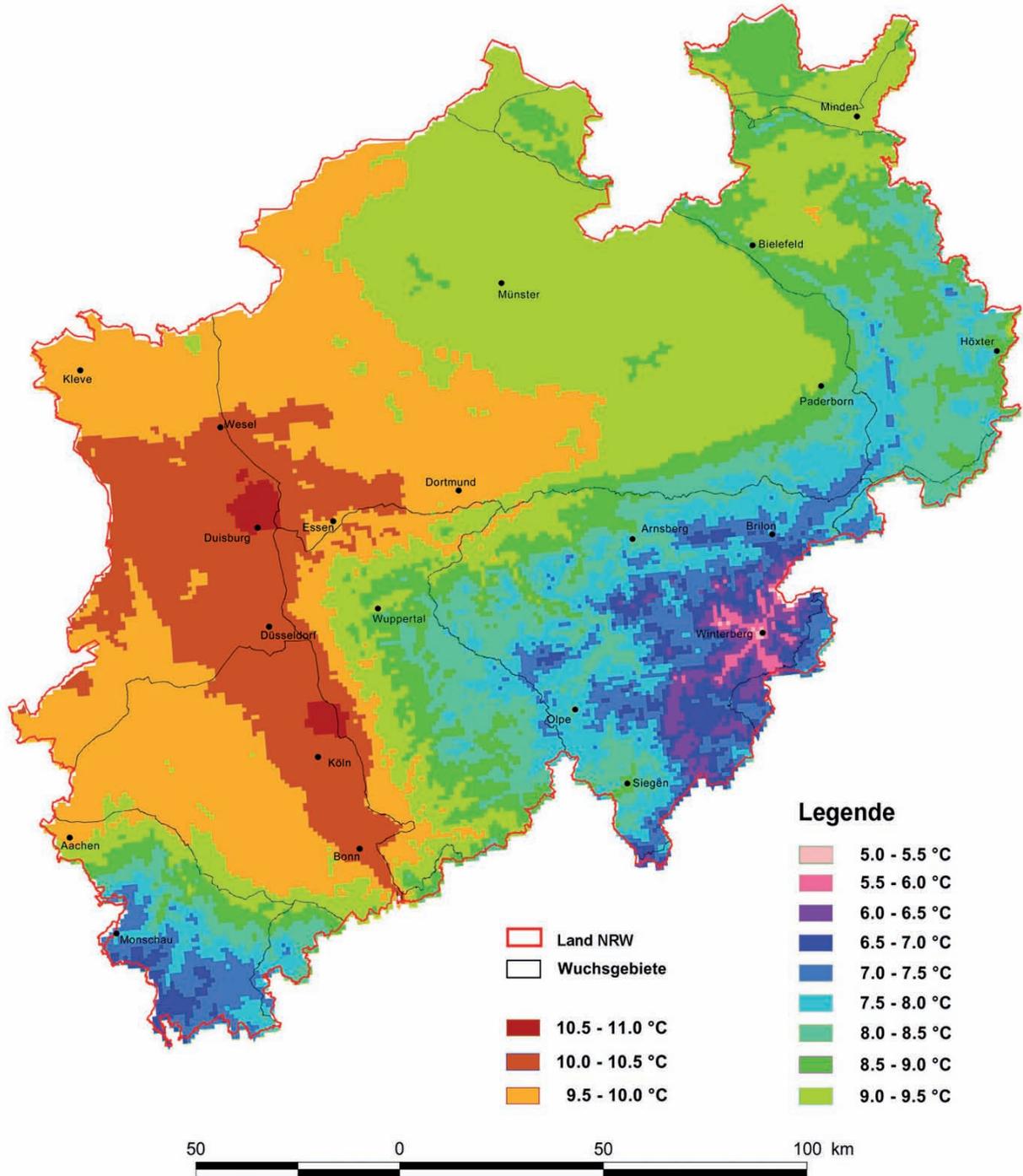
(Zeitraum 1961 - 1990)



Der Niederschlag in Nordrhein-Westfalen im Jahresmittel (1961–1990) (Quelle: Landesbetrieb Wald und Holz NRW)

Temperatur im Jahresmittel

(Zeitraum 1961 - 1990)



Die Temperatur in Nordrhein-Westfalen im Jahresmittel (1961–1990) (Quelle: Landesbetrieb Wald und Holz NRW)

Klimatische Vielfalt

Nicht nur die großklimatischen Zonen der Erde – wie Tropen, Subtropen, Wüstenklima, Mittelmeerklima, gemäßigtes, sommerwarmes und wintermildes Klima, nördliches sommerwarmes und winterkaltes Klima – bestimmen die Standorteigenschaften. Ebenso stark beeinflussen das durch Höhenlage und Orographie (Hangneigung, Hangrichtung) geprägte Regionalklima und das lokale Wärmeklima. Letzteres wird zudem noch durch den jahreszeitlichen Witterungsverlauf und kleinstandörtliche Besonderheiten (z. B. Bodenmulde, enges Tal, ungeschützte Kammlage) und durch die Windverhältnisse überprägt. Die vorstehenden Klimakarten von NRW lassen die sehr unterschiedliche Ausprägung klimatischer Faktoren in den verschiedenen Landesteilen erkennen.

Mit zunehmender Höhenlage in hügeligem oder gebirgigem Gelände nimmt die durchschnittliche Lufttemperatur um etwa 0,6 bis 0,7 °C je 100 Höhenmeter ab („Adiabatischer Temperatur-Gradient“). Richtung und Neigung eines Berghanges können aber diese durchschnittliche Temperaturverteilung entscheidend verändern: Die Südseite ist stets wärmer und meist auch trockener (luft- und bodentrocken), als es der jeweiligen Höhenlage entspricht. Die Nordseite ist dagegen meist wesentlich kälter und feuchter. Daher rühren auch die regional üblichen Bezeichnungen „Sommerhang“ für Südhang und „Winterhang“ für Nordhang. Selbst die Lage im Luv oder Lee eines Gebirges kann das Lokalklima entscheidend prägen.

Gravierende Unterschiede im Wärmehaushalt lassen sich bereits an Kleinststandorten wie etwa einem Maulwurfshügel ablesen: Seine Nordseite kann an einem kühlen Wintertag noch gefroren sein, während seine Südseite schon Temperaturen deutlich über 0 °C aufweist.



Maulwurfshügel mit deutlichen Temperaturunterschieden, links Südseite, rechts Nordseite

Auch die Nordseite von Baumstämmen ist in der Regel feuchter und kühler als ihre Südseite. Auf der Nordseite finden sich deshalb häufiger und beständiger Algen, Moose und Flechten als Epiphyten (aufsitzende Pflanzen). Auf der Südseite eines glatten Baumstammes, wie bei einer Buche etwa, kann an Frühjahrstagen das Kambialwachstum durch hohe Oberflächentemperaturen angeregt werden. Dies führt dann bei nächtlichen Frösten zu Schäden des empfindlichen aktiven Kambialgewebes und zu Rindennekrosen.

Nicht nur das rezente (gegenwärtige) Standortklima beeinflusst bzw. bestimmt die heutigen Standorte. Sie sind oft ganz entscheidend durch klimatisch-erdgeschichtliche Ereignisse geprägt worden. Zum Beispiel hat die Vereisung großer Teile auch Mitteleuropas während der Eiszeiten seit Beginn des Quartärs vor 2,5 Mio. Jahren bis vor etwa 18.000 Jahren (= Mittlere Steinzeit) zu ganz erheblichen Abtragungen (Gletscher-Hobel), Sedimentationen (Löss, Moränen) und Umlagerungen (Fließerden), aber auch zu entscheidenden Veränderungen des Bestandes an Lebewesen geführt. Bis zu etwa 11 % der Erdoberfläche waren damals mit Gletschern bedeckt. Während der Vereisungsphasen lag die Temperatur in Mitteleuropa um 8 bis 12 °C tiefer als heute. Von Norden drangen die Eismassen bis zu den deutschen Mittelgebirgen vor. Die europäischen Hochgebirge (Alpen, Pyrenäen) waren ebenfalls eisbedeckt. Nur in den Zwischeneiszeiten war das Klima dem heutigen ähnlich.

Arten, die dem eiskalten Klima nicht angepasst waren, insbesondere die Baumarten und die Straucharten bis auf die Zwergsträucher, mussten vor den vorrückenden Eismassen in wärmere Gebiete, z. B. Südeuropa „fliehen“, wobei sich ihnen die vereisten Alpen, die Pyrenäen und das französische Zentralmassiv in den Weg stellten. Einige der Arten scheiterten an diesen Barrieren und verloren damit ihr Verbreitungsgebiet in Mitteleuropa. Ein Teil der Arten umging die Alpen westlich oder östlich und kehrte in den Zwischeneiszeiten aus den Refugien zurück.

An Fossilien ist abzulesen, dass die Wälder in Mitteleuropa vor Beginn der Eiszeiten wesentlich reicher an Baumarten waren als die heutigen. So waren einmal Ölweide, Amberbaum, Esskastanie, Magnolien, Mammutbaum, Hopfenbuche, Walnuss, Hemlocktanne, Flügel- und Hickorynuss in Mitteleuropa beheimatet (KÜSTER 1996), haben aber entweder die Flucht über die Alpen oder aber die Rückkehr aus den Refugien verpasst oder sind nur mithilfe des Menschen zurückgekehrt. Ähnlich wie die Baum- und Straucharten waren auch die krautigen Pflanzen und die Tiere betroffen. Nur spezialisierte Kräuter und Zwergsträucher überdauerten in den eisfreien Gebieten.

Die mehrfachen Hin- und Rückwanderungen der Arten während der Eis- bzw. Zwischeneiszeiten haben einen stark selektierenden Effekt sowohl hinsichtlich der Artenzusammensetzung als auch hinsichtlich der genetischen Vielfalt innerhalb der Arten ausgeübt, zumal die Wanderwege jeweils eng und deshalb nur für relativ kleine Populationen passierbar waren.

In anderen Erdteilen, die auch von den Eiszeiten beeinflusst wurden, sind derartige Folgen nicht oder in vermindertem Ausmaß eingetreten: In Nordamerika verlaufen die Gebirgszüge hauptsächlich von Norden nach Süden. Die ebenfalls vereisten Gebirgskammlagen bildeten dort aber keine Barriere für wandernde Baumarten, weil zwischen ihnen ausreichend breite Talungen ohne Vereisung verblieben waren. Sie dienten den Baumarten als „bequeme Fluchtwege“. Das Ergebnis ist eine um den Faktor zehn höhere Anzahl von Baumarten in Nordamerika im Vergleich zu Mitteleuropa. Dementsprechend ist auch die Vielfalt an Genotypen innerhalb der Arten bedeutend höher. Dies lässt sich unter anderem an der deutlich stärkeren Differenzierung des Wachstums amerikanischer Baumarten ablesen, wenn sie im Vergleich zu heimischen Baumarten in Mitteleuropa angebaut werden.

Ergebnis

Aus dem Zusammenwirken von geologischem Ausgangsmaterial, fossilen und rezenten Bodenbildungsprozessen sowie den regionalklimatischen Verhältnissen einschließlich der Klimageschichte ergeben sich charakteristische, relativ großräumige Wuchsgebiete und innerhalb derselben kleinräumigere Wuchsbezirke mit einheitlichem Regionalklima. Innerhalb der Wuchsbezirke variieren insbesondere die kleinklimatischen und bodenkundlichen Verhältnisse und machen so die Vielfalt von Standorten aus, die lediglich aus Gründen der Übersichtlichkeit und Darstellbarkeit auf Karten häufig zu Standortgruppen bzw. Standorttypen zusammengefasst werden. Die Abbildung eines Ausschnitts einer „modernen“ Standortkarte (s. S. 33) unterscheidet die Standorte nach ihrem Wasserhaushalt und ihrer Trophie (Nährstoff-Haushalt). Dem „Flickenteppich“ unterschiedlichster Standorte (KÜSTER 1996) steht eine relativ geringe Zahl angepasster Arten – zumindest gilt das für Baumarten – gegenüber. Umso mehr muss dafür gesorgt werden, dass wenigstens diese Artenpalette mit möglichst hoher genetischer Vielfalt erhalten wird.



Herbstlaub der aus Nordamerika eingeführten Roteiche

Faktor Mensch

In Nordrhein-Westfalen gibt es keine Urwälder mehr. Es kommen allenfalls Wälder mit mehr oder weniger großer Naturnähe vor. Sie sind das Ergebnis des Zusammenwirkens natürlicher und anthropogener Standortfaktoren. Seit über 5.000 Jahren, lokal noch früher, hat der Mensch bewusst oder unbewusst, direkt oder indirekt Einfluss auf die Standorteigenschaften und insbesondere die Besiedlung der Standorte mit Lebensgemeinschaften genommen. Dabei hat er in der Regel durch Schaffung zusätzlicher Raumstrukturen (z. B. durch Mittel- und Niederwaldwirtschaft, Gestaltung von Waldrändern, Erschließungsmaßnahmen oder durch Rodung und landwirtschaftliche Nutzung) sowie durch regelmäßige Nutzung und damit

einzelner Arten oder Herkünfte in ihrem Heimatland gefährdet war (BOOTH 1880) – auch Baumarten aus anderen Erdteilen an- bzw. wiederangesiedelt, die wegen anderer orographischer Verhältnisse im Heimatland nicht so sehr von den Eiszeiten beeinflusst worden waren. Man kann diesen Vorgang als frühe Maßnahme der Generhaltung bezeichnen. Einer Vielzahl von Arten einschließlich Bäumen verhalf der Mensch so zu einer Erweiterung ihres ursprünglichen Verbreitungsgebietes. Der Mensch hat also nicht wenig zur Gestalt der heutigen schützenswerten Kulturlandschaft mit ihrer Vielfalt beigetragen; er ist zum Gestalter der ihn umgebenden Biosphäre geworden (ASCHE 2007). Ohne ihn sähe die Landschaft wesentlich



Auch die Altersstruktur trägt zur biologischen Vielfalt des Waldes bei: Anteile der Altersklassen in % der Waldfläche in NRW und im Bundesgebiet (Quelle: BWI²)

verbundene Altersstadien (Altersklassen) des Waldes die Vielfalt verstärkt und zur Schaffung von Lebensräumen für Arten mit besonderen Ansprüchen beigetragen (KÜSTER 1996).

So schuf der Mensch zum Beispiel durch Einzäunungen künstliche Refugien für Pflanzen und Tiere und verhalf damit wenigstens örtlich und zeitweilig zu einer ungestörten Entwicklung der Vegetation.

Aus wirtschaftlichen Gründen, teils aber auch mit dem Ziel einer Steigerung der Vielfältigkeit hat der Mensch die Wiedereinwanderung bestimmter Baumarten (z. B. Fichte) unterstützt oder erst ermöglicht. So hätten Esskastanie und Walnuss ohne den begleitenden Einfluss des Menschen den Weg nach Mitteleuropa vermutlich nicht mehr gefunden, und die Hasel hätte ihre schnelle Ausbreitung seit 8000 v. Chr. nicht erfahren. Wirtschaftende oder ästhetisch ambitionierte Menschen haben – insbesondere nachdem festgestellt wurde, dass der Bestand

eintöniger aus. Dies und die Tatsache, dass das Wirken des Menschen andauert, lässt manche Bemühungen fragwürdig erscheinen, die reine Natur zu erhalten oder wieder herzustellen, die es in Wirklichkeit gar nicht gibt, weil auch sie dem ständigen Wandel unterworfen ist (KÜSTER 2003).

Mit zunehmender Intensität, vor allem in den letzten 100 Jahren, schränkte der Mensch die biologische Vielfalt wieder ein, wie etwa durch neuzeitliche Bewirtschaftungsformen (Landwirtschaft mit Düngung und Bodenbruch), durch Entwaldung oder Hochwasserfreilegung und Deichbau in den Auen, Anlage von Siedlungen, Infrastruktur, Abbau von Bodenschätzen, Immissionen oder einseitige Bevorzugung bestimmter Baumarten (wie der Fichte) sowie durch großräumige Be- und Entwässerungsmaßnahmen. Unsere heute wesentlich verbesserte Kenntnis hierüber zwingt daher zu Überlegungen zur nachhaltigen Sicherung der Biodiversität. Näheres hierzu findet sich im Kapitel „Fehlentwicklungen“ (S. 28).

Lebensgemeinschaften

Allgemeines

Der Vielzahl der dargestellten Standortverhältnisse und dem Zusammenwirken von Boden, Klima (Kleinklima), Pflanzen, Pilzen, Tieren und Menschen entspricht eine Vielzahl von Lebensgemeinschaften. Ihre Zusammensetzung nach Arten bzw. Genotypen ist das Ergebnis einer oft jahrtausendelangen Anpassung an konkrete Standortbedingungen durch Selektion der standorttauglichen Lebewesen. Im Extremfall sind nur ganz bestimmte Arten oder Artenkombinationen auf einem konkreten Standort lebensfähig oder mindestens bis zur natürlichen Reproduktion erhaltungsfähig. Im Normalfall sind jedoch die auf konkreten Standorten selektierten Arten und Artengemeinschaften gegenüber konkurrierenden Arten und Artenkombinationen „nur“ konkurrenzstärker und dominieren deshalb.

Dabei bilden nicht etwa die durchschnittlichen Standortbedingungen die entscheidende Selektionsgröße, sondern eher die vorkommenden Extreme wie Frost- bzw. Höchsttemperaturen, Länge von Dürreperioden bzw. Vernässungsphasen, Häufigkeit und Art der Schneebedeckung sowie Windhäufigkeit und -stärke.

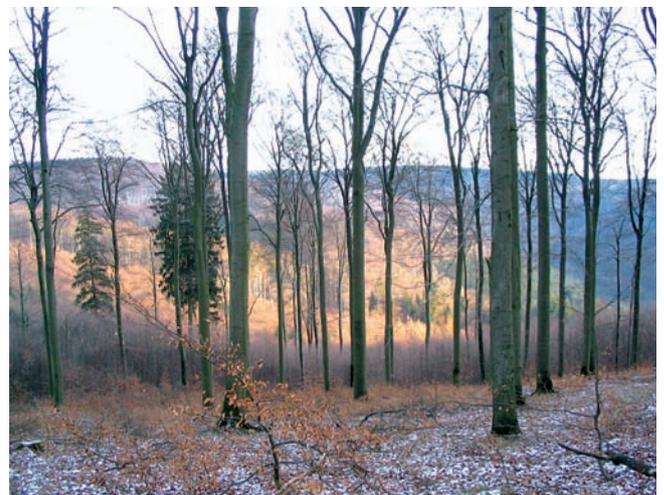


Duft-(Raureif-)Behang, hier an Fichte (Kalteiche), kann Zusammensetzung und Stabilität der Wälder erheblich beeinflussen

Ferner muss die erfolgreiche Artenkombination nicht nur dem durchschnittlichen, sondern auch dem Witterungsverlauf in Extremjahren entsprechen. Noch zu wenig erforscht sind bislang die Bedeutung der Symbiosen und die Koevolution etwa zwischen Bäumen und Pilzen bzw. deren Bedeutung für Wachstum und Massenleistung.

Der Zusammenhang zwischen den Standortverhältnissen und den jeweils eigenen Lebensgemeinschaften kann auch folgendermaßen beschrieben werden: Der Vielzahl oft kleinräumig wechselnder Standortbedingungen entspricht eine Vielzahl von Lebensgemeinschaften, die die Standortbedingungen tolerieren oder sie optimal nutzen können. Zusätzlich sollte eine möglichst reichhaltige Reserve von unterschiedlichsten Genotypen zum Austausch vorhanden sein, die bei Änderung der Standortbedingungen an die Stelle bisher angepasster Genotypen treten können. Letzteres scheint angesichts der zu befürchtenden raschen klimatischen Veränderungen infolge von Immissionsbelastungen der Atmosphäre besonders wichtig. Aufgrund der globalen Erwärmung der Erdoberfläche wird es in Mitteleuropa nach Ansicht von Klimatologen zu einer Abnahme der Sommer- und einer Zunahme der Winterniederschläge mit intensivierter Sturmaktivität über dem Atlantik kommen. Die Anzahl der Frosttage wird deutlich abnehmen, und die Zahl der Hitzetage (Temperaturen über 30 °C) wird sich um etwa 30 Tage/Jahr erhöhen. Trockenwarme Sommer wie im Jahre 2003 wird es viel häufiger als bisher geben; sie werden laut Annahmen um das Jahr 2070 alle zwei Jahre auftreten (LATIF 2005).

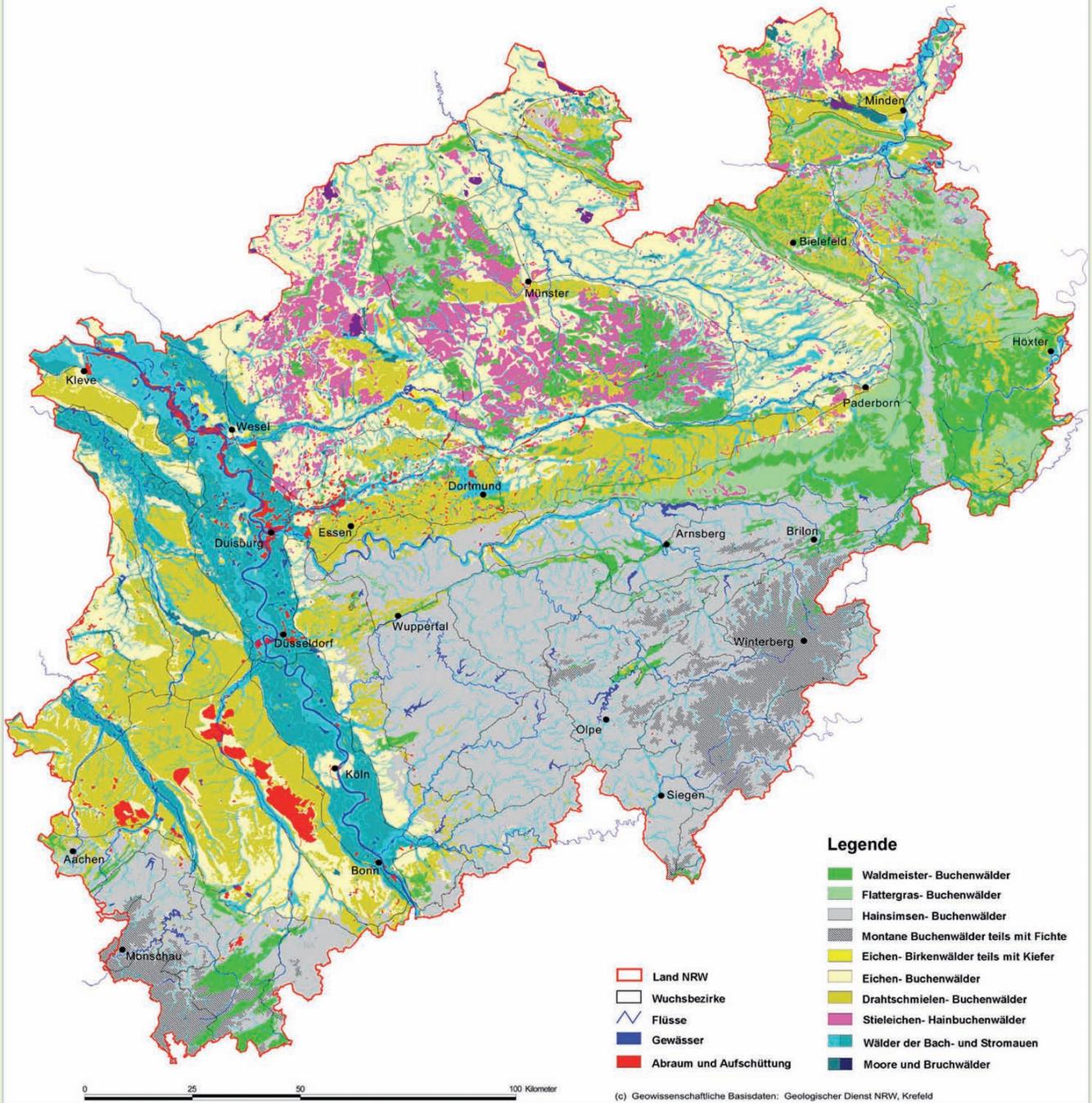
Eine jüngst erschienene Broschüre des nordrhein-westfälischen Umweltministeriums (MUNLV NRW 2007b) geht davon aus, dass sich die Jahresmittel der Tempe-



Bodensaurer Buchenwald, eine häufige natürliche Waldgesellschaft in Nordrhein-Westfalen; hier auf der „Alten Burg“ bei Netphen im Kreis Siegen-Wittgenstein

Waldtypen in NRW

(abgeleitet von geologischen, standörtlichen und forsthistorischen Grundlagen)

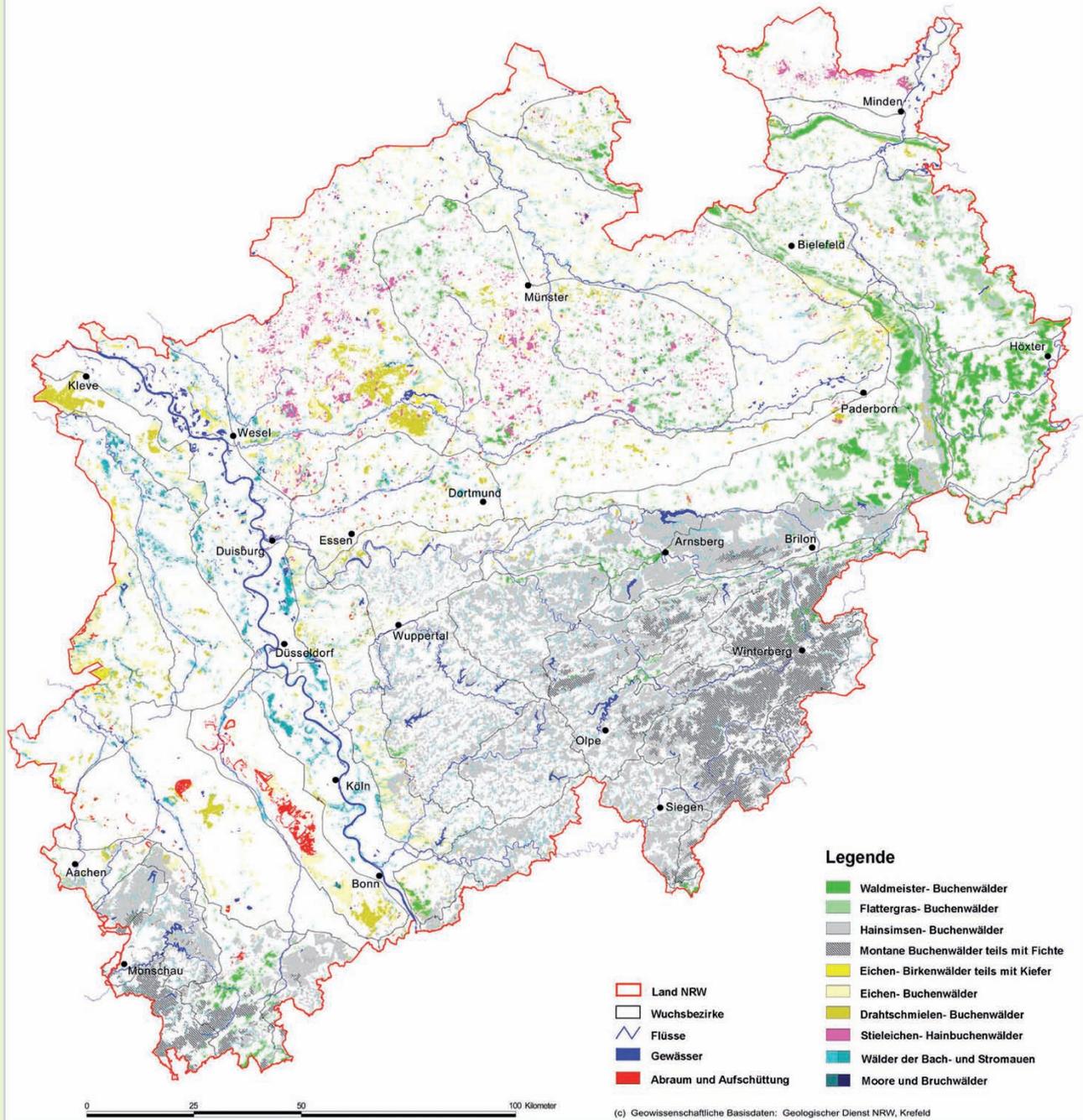


Waldtypen in Nordrhein-Westfalen (Quelle: Landesbetrieb Wald und Holz NRW)

Waldtypen in NRW

auf der realen Waldfläche

(abgeleitet von geologischen, standörtlichen und forsthistorischen Grundlagen)



Waldtypen in Nordrhein-Westfalen auf der realen Waldfläche (Quelle: Landesbetrieb Wald und Holz NRW)

ratur für die Großlandschaften Nordrhein-Westfalens bis 2046/2055 um 1,9 °C mit Schwerpunkt in den Wintermonaten erhöhen und die Niederschläge leicht steigen werden – mit einer Verschiebung von den Sommer- zu den Wintermonaten. Es muss deshalb u. a. eine vermehrte Häufigkeit von Nassschnee und Stürmen im Winter und Trockenstress im Sommer erwartet werden. Andererseits kann auf gut wasserversorgten Standorten auch eine Ertragssteigerung eintreten.

Die Vielfalt von Genotypen der Arten ist das eigentliche Funktionsprinzip der Lebensgemeinschaften und damit die Voraussetzung sowohl ihrer Anpassungs- wie auch Konkurrenzfähigkeit. Die Stabilität der meisten natürlichen Systeme ist in der Regel umso höher, je höher die Zahl der beteiligten standorttauglichen Arten bzw. Genotypen ist. Die Kombination der Letzteren dient sozusagen der „Feinabstimmung“ auf die aktuellen, regelmäßig auftretenden bzw. künftigen Standortbedingungen mit ihren Schwankungen. Es gibt auch den (seltenen) Fall – insbesondere unter extremen Standortbedingungen –, dass nur wenige, meist besonders schutzbedürftige Arten mit dem Standort eine stabile Gemeinschaft bilden. Stabilität ist dabei immer als dynamische Stabilität zu verstehen. Jede Veränderung der Bedingungen hat eine neue Eingeregulierung zur Folge und führt zu einem wieder neuen

Gleichgewicht, bis auch dieses nach weiteren Änderungen zugunsten eines neuen Gleichgewichts mit einer ähnlichen oder einer ganz anderen Lebensgemeinschaft abgelöst wird. Dabei kann es bei sehr raschen oder gravierenden Veränderungen zu katastrophenähnlichen Entwicklungen, Zwischen- oder Endzuständen kommen, und zwar umso eher, je weniger „Puffermasse“ an geeigneten Genotypen vorhanden ist, welche eine möglichst rasche Anpassung an geänderte Bedingungen vornehmen könnten.

Wälder

Die Anpassung typischer Lebensgemeinschaften an die vorliegenden Standorte und das Großklima hätten in Mitteleuropa dazu geführt, dass ohne menschliche Eingriffe über 90 % der Fläche von Natur aus mit Wald unterschiedlicher Dichte und unterschiedlicher Sukzessionsstadien bedeckt wäre. Waldfreie Hochmoore im Westfälischen Tiefland, Wasserflächen durch Erdfallseen oder Sölle, abflussgehemmte oder hochwassergeprägte Auen mit Biberdämmen und Sümpfen, natürliche windgefegte Bergwiesen sowie waldarme Felsstandorte im Bereich großer Flusstäler (Rhein, Ahr, Lenne, Weser) wären die wenigen Ausnahmen.



Moorbirkenbruchwald bei Meinerzhagen in der Naturwaldzelle „Im Hirschbruch“



Perlgras-Buchenwald bei Königswinter

Die bestehenden Wälder sind entsprechend der Vielfalt der vorkommenden Standorte unterschiedlich zusammengesetzt. Es lassen sich sehr verschiedene natürliche Waldgesellschaften erkennen, die allerdings auch viele Gemeinsamkeiten aufweisen. Die wichtigsten Waldgesellschaften (Waldtypen) in Nordrhein-Westfalen sind in vorstehender Karte der natürlichen Waldtypen in Nordrhein-Westfalen dargestellt (S. 20). Die zweite Karte (S. 21) zeigt, was davon auf der realen, tatsächlichen Waldfläche und unter dem verändernden Einfluss des Menschen erhalten geblieben ist (ASCHE 2004).

Allein gemessen an seinem Flächenanteil – in Nordrhein-Westfalen 27 % der gesamten Landesfläche, also 915.800 ha – gilt der Wald als bedeutender Träger biologischer Vielfalt. Walderhaltung und Waldvermehrung sowie die Art der Waldbewirtschaftung haben daher wesentlichen Einfluss auf die Erhaltung und Steigerung der biologischen Vielfalt in der Landschaft. Wie in den meisten anderen natürlichen oder annähernd natürlichen Systemen ist auch in den Wäldern oft noch eine Vielzahl von Arten bzw. Genotypen und eine Vielzahl kleinstandörtlicher Bedingungen erhalten. In naturnahen mitteleuropäischen Wäldern wird davon ausgegangen, dass 7.000 bis 14.000 heimische Tier- und über 4.000 Pflanzenarten – darunter

3.000 Pilzarten – vorkommen (DETSCH et al. 2000, nach WEISS und KÖNIG 2005). Über 600 der 3.200 in Deutschland beheimateten Gefäßpflanzen haben ihren Verbreitungsschwerpunkt im Wald. Von den in Deutschland heimischen 92 Säugerarten sind 54 eng an den Wald gebunden (PETERCORD 2002).

Mit zunehmender Intensität der Grünlandnutzung ist dagegen die Zahl der beteiligten höheren Pflanzen auf wenige Gras- und Krautarten beschränkt. Ackerbauliche Systeme – beispielsweise ein Kartoffelacker oder ein Weizenfeld – kommen vielfach mit einer einzigen Art, einem Klon oder einer Sorte einer Art aus und können, einschließlich einer Anzahl anueller Wild- bzw. Unkräuter, nur in Form der Monokultur existieren. Außerdem ist bei ihnen eine ständige Störung (bzw. Veränderung) der Standortbedingungen z. B. durch Pflügen oder Düngen und Bewässern unvermeidlich.

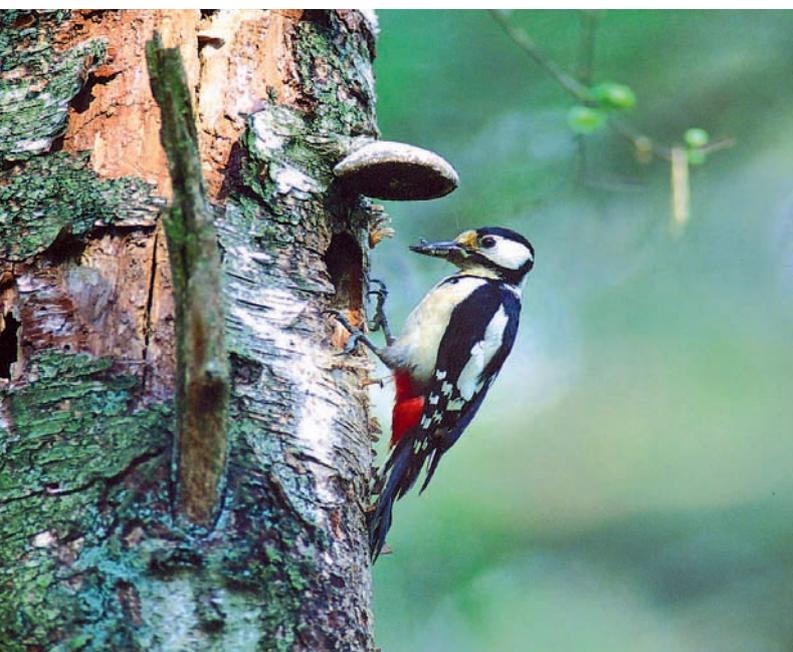
Im Wald dagegen ist die natürliche Vielfalt in der Regel (allerdings in unterschiedlichem Maße) erhalten, aktiv durch Menschen gestaltet oder kann, da die Standortbedingungen noch annähernd natürlich und Teile des Waldes relativ natürlich erhalten sind, verhältnismäßig leicht wiederhergestellt werden. Unter Einbeziehung der



Hainsimsen-Buchenwald in der Naturwaldzelle „Grauhain“, Gemeinde Netphen

historischen Waldnutzungstypen begegnen uns im Wald die meisten Relikte der ursprünglichen mitteleuropäischen Artenvielfalt (WEISS und KÖNIG 2005). Doch sollte nicht ausschließlich die natürliche Artenkombination als wünschenswerte biologische Vielfalt definiert werden. Das Beispiel des bodensauren atlantischen bis subatlantischen Buchenwaldes kann dies verdeutlichen: In dieser Waldgesellschaft – besonders wenn sie als Altersklassenwald bewirtschaftet wird – dominiert auf bodensauren Standorten und aus klimatischen Gründen überwiegend die Baumart Rotbuche. Alle anderen Baumarten, mit Aus-

nahme der Fichte, vor allem die sogenannten Lichtbaumarten wie Eiche und Birke haben gegenüber der sehr schattentoleranten Buche oft nur in der lichten Verjüngungsphase eine kurze Entwicklungschance (SCHULTE 2005). Nur auf Bestandeslücken oder in Waldgesellschaften, denen die Buche nicht angehört, können sich diese durchsetzen. Wenn eine Beteiligung der Lichtbaumarten aus Gründen des Biotop- und Artenschutzes, lokalklimatischen oder sonstigen Gründen wünschenswert ist, darf die Entwicklung des Waldes nicht ausschließlich den natürlichen Kräften überlassen, sondern es muss steuernd eingegriffen werden. Dies kann durch künstliche Beimischung lichtliebender Baumarten (Eiche, Ulme, Birke, Esche, Wildkirsche u. a.) sowie durch Anwendung waldbaulicher Methoden (v. a. Verjüngungsmethoden) erfolgen, die zumindest zeitweise die Gewähr für eine stärkere Belichtung des Waldbodens und der unteren Bestandesschichten auf hinreichend großen Teilflächen bieten (ARBEITSKREIS WALDBAU UND NATURSCHUTZ 2005). Je lichtbedürftiger die zu fördernde Baumart und das mit ihr assoziierte Artenspektrum sind, umso größer müssen die Bestandeslücken in Beständen mit vorwiegend Schattbaumarten sein. Solche Lücken können bis zur Größe eines Kleinkahlschlages reichen. Dabei sollte sich der Waldbau, auch wenn er der Natur nicht freien Raum lässt, an natürlichen Entwicklungsvorgängen und an Funktionsprinzipien der Natur, wann immer sie sich erschließen lassen, orientieren. Dadurch werden Fehlentscheidungen und Fehlentwicklungen mit all ihren Folgen weitgehend vermieden. Ein solches Konzept, welches stets auch die Standortbedingungen einbezieht, verdient die Bezeichnung „Naturnaher Waldbau“.



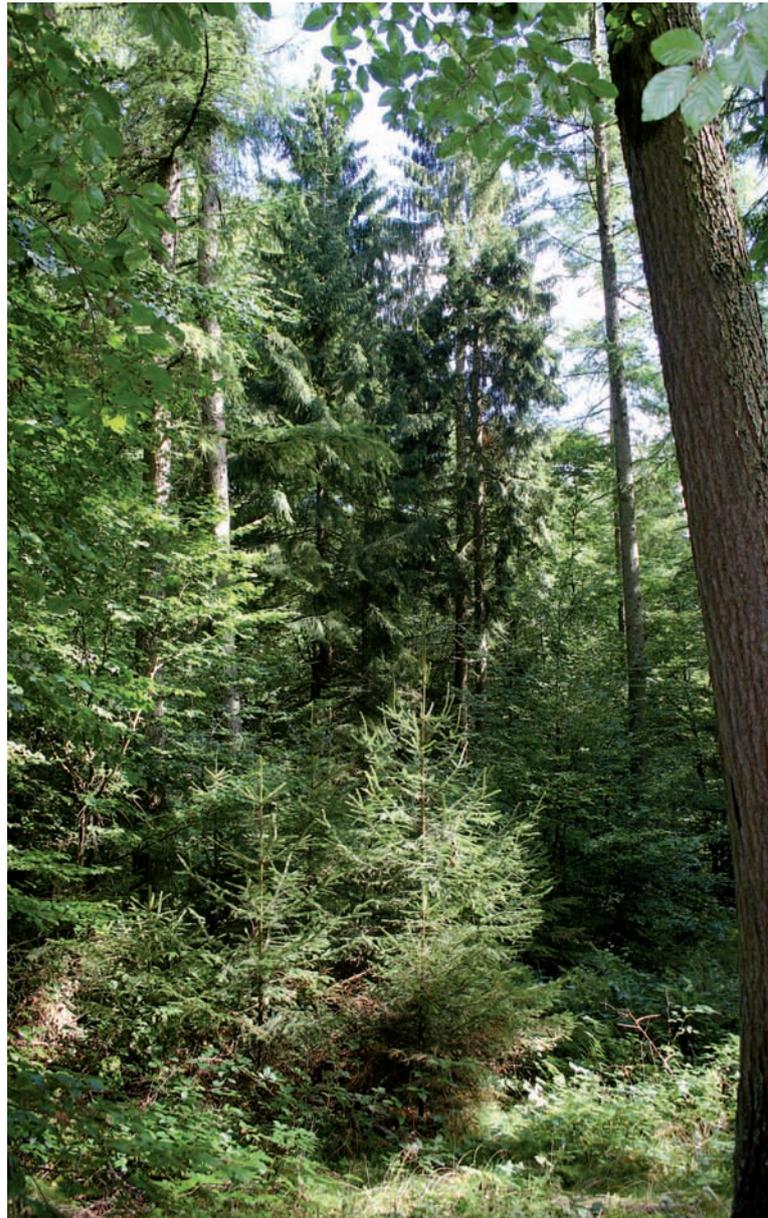
Der Buntspecht ist ein Waldbewohner

Mischwälder

Als Mischwälder bezeichnet man alle Waldbestände, die dauerhaft mit mehr als einer Baumart bestockt sind. Die beteiligten Baumarten können gleichaltrig oder ungleichaltrig sein und die gleichen oder verschiedene Kronenschichten besetzen. Die Mischung kann mit besonders großer Mischungsintensität baumweise oder mit abnehmender Mischungsintensität reihen- bzw. streifenweise, trupp-, gruppen- oder horstweise erfolgen.

Als Trupp werden in diesem Sinne Baumgruppen von bis zu 50 m², als Gruppen gleichartige Bestandesteile von 51 bis 500 m² und als Horste Bestandesteile von 501 bis 5.000 m² bezeichnet. Obwohl Mischwälder keineswegs die einzige Form natürlicher Wälder sind (siehe das Beispiel der artenarmen bodensauren Buchenwälder), so ist dennoch eine Reihe von Vorzügen der Mischwälder unverkennbar. Diese Vorzüge sind vielfältig sowohl nach biologischen Kriterien als auch nach Kriterien der menschlichen Nutzung der Wälder. Zum einen sind die Standortverhältnisse auch auf kleineren Flächen niemals so einheitlich, dass flächenweise nur eine Baumart angepasst wäre. Vielmehr entspricht der Vielfalt von Klein- und Kleinststandorten auch eine natürliche Vielfalt der Baumarten, die ihre jeweiligen Kleinstandorte in enger Nachbarschaft optimal nutzen können. Zum anderen ist eine optimale Nutzung unterschiedlicher Bodenschichten, insbesondere die vollständige Nutzung des gesamten Wasser- und Nährstoffvorrates, viel eher gewährleistet, wenn Baumarten mit unterschiedlicher Wurzeltiefe gemischt werden. Auch eine vollständige Nutzung des Sonnenlichtes ist dann gegeben, wenn Licht- und Schattbaumarten sich an der Lichtnutzung beteiligen.

Außerdem kann davon ausgegangen werden, dass die Mischbaumarten um sich herum unterschiedliche Kleinstandorte schaffen, die unterschiedlichen Artengemeinschaften eine gleichzeitige Existenz ermöglichen. Es gibt Hinweise darauf, dass die Streuzersetzung in Mischbeständen beim Vergleich zu Reinbeständen beschleunigt verläuft, wodurch der Entkoppelung von Streubildung und Mineralisierung mit ihren schädlichen Folgen für die Waldböden vorgebeugt wird. Die Massenvermehrung von Schadorganismen ist in Mischbeständen schon deswegen erschwert, weil das Nahrungsangebot für die Schädlinge weniger konzentriert und der Anteil natürlicher Regulatoren höher ist als in Reinbeständen. Mischbestände sind deshalb grundsätzlich weniger anfällig gegen Krankheiten und stabiler. Möglicherweise reagieren sie auch weniger empfindlich auf außerordentliche meteorologische Ereignisse wie hohe Schneelast, Sturm und Dürreperioden. (Laufende Untersuchungen zu dieser Fragestellung sind noch nicht abgeschlossen.) Mischwälder bilden darüber hinaus ein Reservoir unterschiedlichster Holzarten und können damit zur Absatz- und Krisensicherheit der Forstbetriebe beitragen.



Strukturreicher Nadel-Laub-Mischbestand im Rothaargebirge



Frostspanner-Männchen, geflügelt

Strukturreiche (stufige) Wälder

Als „stufig“ werden Wälder bezeichnet, die aus unterschiedlich hohen, nahe benachbarten Bäumen bestehen, also auch mehrere Kronenschichten aufweisen (sogenannte „Vertikalstruktur“). Diese Stufigkeit kann eine Folge unterschiedlichen Alters der einzelnen Baumschichten sein. Sie kann aber auch durch unterschiedlich „wüchsige“ Kleinstandorte oder durch genetisch verankertes, unterschiedlich rasches Wachstum der beteiligten Baumarten oder Genotypen verursacht sein. Die Vertikalstruktur bestimmt die für die Artenvielfalt entscheidende Nischenhäufigkeit.

Für die Vorzüge solcher stufiger Bestände gilt Ähnliches wie für die Mischbestände, die in der Regel von Natur aus strukturreicher sind als Reinbestände (siehe unter „Mischwälder“): Sekundären Kleinstandorten sind unterschiedliche Lebensgemeinschaften zugeordnet. Die unterschiedliche Durchwurzelungstiefe verschiedener oder verschieden entwickelter Baumarten erlaubt die Nutzung unterschiedlicher Bodenschichten als Nährstoff- und Wasserreservoir sowie als Verankerungssubstrat. Unterschiedliche Lichtansprüche der beteiligten Baumarten führen zu optimierter Nutzung der verfügbaren Lichtmengen. Schließlich bewirkt Stufigkeit eine verminderte Anfälligkeit gegenüber Schneedruck- und Sturmereignissen. Letzteres konnte in den letzten Jahren nach Sturmkatastrophen – etwa im Schwarzwald – im Vergleich zwischen Altersklassenwäldern und mehrstufigen Wäldern beobachtet werden.

Einen unübersehbaren Vorteil bieten mehrstufige Waldbestände in Bezug auf die Rohstoffnutzung durch den Menschen. Das Ziel der Forstwirtschaft in Deutschland ist in aller Regel die Erzeugung von hochwertigem, langschäftigem und feinästigem bis astfreiem Nutzholz. Ein Weg zu diesem Ziel besteht in der Anlage dichter, gleichaltriger Reinbestände, deren Bestandeglieder gegenseitig eine Astreinigung durch Lichtentzug in den unteren Kronenschichten bewirken. Solche dichten Bestände bergen aber Risiken, weil sie – ohne regulierende Eingriffe des Menschen – relativ kleine Kronen und überschlankte Schäfte (Stämme) entwickeln. Dadurch steigt die Gefahr des Stammbruchs durch Schnee oder Sturm.

Bei den Schadensereignissen sind regelmäßig auch die Ökosysteme in ihrer Ganzheit betroffen. Um dieses Risiko zu mindern und die Erzeugung stärkerer Dimensionen zu fördern, bedürfen solche Bestände des ständigen regulierenden Eingriffs des Menschen im Wege der Durchforstung. Hier entstehen allerdings je nach Altersklasse hohe Kosten, und es muss bei jedem Eingriff eine vorübergehende Destabilisierung in Kauf genommen werden. Außerdem bewirkt die zielgerichtete Selektion im Wege der Durchforstung eine Vereinheitlichung der Bestände. Selbst die Standardmethode der modernen Durchforstung, die sogenannte Hochdurchforstung, erreicht das angestrebte Ziel strukturierter Bestände nur bedingt, vor allem dann, wenn es sich um gleichaltrige Bestände handelt. Insgesamt ist der Erhaltungsaufwand für solche Systeme durch die Notwendigkeit des laufenden und kostenträchtigen „Energie-Inputs“ ziemlich hoch. Zudem produzieren derart einschichtige und gleich alte Wälder über lange Perioden ihres Wachstums hinweg vorwiegend schwach dimensioniertes Holz. Dieses muss mit hohem Aufwand im Interesse der Bestandespflege genutzt werden und besitzt nur einen geringen Wert.

Die nahezu gleichzeitige Nutzung des Hauptbestandes im Kahlschlag zum Zeitpunkt der durchschnittlichen technischen Hiebsreife besitzt den Nachteil, dass zu diesem Zeitpunkt nur ein Teil der Bäume tatsächlich hiebsreife Dimensionen aufweist, während ein anderer Teil unfreiwillig unreif geerntet wird. Gravierend ist auch der Nachteil, dass nach der flächenweisen Nutzung in der Regel eine Neuaufforstung mit hohem Anlage- und Pflegeaufwand sowie typischen Risiken – wie beispielsweise durch den einsetzenden Humusabbau aufgrund starker Belichtung oder Mäusefraß – erfolgen muss.

Bei den geschilderten Nachteilen und Risiken liegt es nahe, nach Alternativen zum Altersklassenwald zu suchen. Eine Alternative bietet der ungleichaltrige, mehrstufige Mischwald.

Seine Vorzüge liegen darin, dass eine gegenseitige positive Beeinflussung der unterschiedlich alten Bäume in solchen Mischbeständen stattfindet. Insbesondere eine



Holz aus Kahlschlag enthält hiebsreife und nicht hiebsreife Sortimente



Windwurffläche nach „Kyrill“ im Hochsauerlandkreis bei Sundern-Stockum

Drosselung des Aststärken-Wachstums und eine Förderung der Monokormie (Wipfelschäftigkeit) bei der jüngeren Generation zeichnen diese Bestände aus. Voraussetzung ist eine möglichst enge Verzahnung und Durchmischung der Altersstufen. Nur dann kann die notgedrungen kleinräumige Beeinflussung greifen. In derart gestalteten Beständen sind Pflegeeingriffe nahezu überflüssig oder werden vielmehr durch Nutzungsmaßnahmen kostenneutral nebenbei durchgeführt. Im Idealfall werden ausschließlich starke und entsprechend wertvolle Holzdimensionen mit geringem Ernteaufwand genutzt, und es entfallen Kultur- und Folgekosten. Solche Bestände gelten vielfach als Idealbild naturnaher Waldwirtschaft, aber nicht als das einzig gültige und vor allem nicht immer geeignet, alle Ziele naturnaher Waldwirtschaft, wie zum Beispiel die Erhaltung lichtliebender Baumarten, zu erfüllen. Hierzu äußerte sich z. B. RICHTER (2000). Auf jeden Fall aber leisten die mehrstufigen Bestände nach dem Prinzip angepasst bestockter Kleinstandorte einen Beitrag zur biologischen Vielfalt im Wald.

Bei den Ergebnissen der Bundeswaldinventur (BWI²) fällt Nordrhein-Westfalen im Vergleich zu den anderen Bundesländern durch einen geringen Anteil stufiger (zwei- oder mehrschichtiger) Bestände in Höhe von nur 24,3 % auf. Der Bundesdurchschnitt beträgt dagegen 54,3 % und der Anteil in Baden-Württemberg macht gar 66,2 % aus.

Es besteht hier also ein dringender Gestaltungsbedarf für NRW. Andererseits weisen die Ergebnisse der BWI² hinsichtlich der Bodenvegetation in Waldbeständen auf eine beginnende Strukturierung bzw. Differenzierung hin: In 65 % der Bestände kommen Bäume unter 0,5 m Höhe, in 55 % Bäume von 0,5 bis 2 m Höhe und in 44 % Bäume von 2 bis 4 m Höhe vor. Außerdem finden sich in 96 % der Bestände Moose, in 74 % krautige Samenpflanzen, in 75 % Gräser und in 53 % Halbsträucher. Die Ergebnisse stehen denen des Bundesdurchschnitts kaum nach. In einigen Punkten übertreffen sie diese sogar (siehe Tabelle 2).

Zusammenfassend lässt sich sagen: Vielfältig strukturierte Waldbestände sind betriebssicherer als einförmige und einschichtige Bestände. Sie nutzen den Standort – sowohl die Bodenkraft als auch die verfügbare Lichtmenge – besser aus als Reinbestände. Außerdem bieten solche Bestände vielfältigere Lebensmöglichkeiten für Organismen aller Art als einfach strukturierte Bestände, darunter auch natürliche Regulatoren von Forstschädlingen. Sie erlauben die stetige Nutzung wertvoller Holzsortimente und ersetzen teure Selektionsmaßnahmen durch weitgehende Eigendifferenzierung der Baumarten. Darüber hinaus bilden sie eine Grundlage für sogenannte Anpassungsvorgänge bei Veränderungen der Standortbedingungen.

Tabelle 2: Bodenvegetation in den Waldbeständen in NRW und im Bundesgebiet (Quelle: BWI², BMVEL 2004)

Pflanzengruppe	Nordrhein-Westfalen Vorkommen in % der Bestände	Deutschland Vorkommen in % der Bestände
Flechten	21	12
Moose	96	93
Farne	63	56
Kraut. Samenpflanzen	74	75
Gräser	75	88
Großlianen	18	11
Zwergsträucher	22	33
Halbsträucher	53	51
Sträucher < 0,5 m Höhe	27	30
Sträucher 0,5 bis 2 m Höhe	31	32
Sträucher > 2 m Höhe	26	23
Bäume < 0,5 m Höhe	65	77
Bäume 0,5 bis 2 m Höhe	55	68
Bäume 2 bis 4 m Höhe	44	56

Impressum

Herausgeber

Landesbetrieb Wald und Holz
Nordrhein-Westfalen
Albrecht-Thaer-Straße 34
48147 Münster

Text/Redaktion/Bearbeitung

Forstliche Dokumentationsstelle
des Landesbetriebs Wald und Holz NRW
Bernward Selter
Dorothe Tesch

Autoren

Alfred Becker
unter Mitwirkung von
Norbert Asche, Michael Börth, Peter Fasel,
Joachim Heyder, Bertram Leder, Carola Marckmann,
Uta Schulte

Gestaltung

dot.blue – communication & design, Jutta Schlotthauer, Jörg Hampe
www.dbcd.de

Lektorat

die-schreibweisen.com

Bildnachweis

Alfred Becker (S. 16, 19, 25, 26 links, 30, 31, 39 oben, 39 unten links, 41 oben, 45 unten, 48 links, 50, 51 oben rechts, 53 links 1–3, 53 oben rechts, 54 oben, 56 links, 59 oben rechts, 59 rechts mitte), Achim Büscher (S. 41 unten, 83), Alfred Dickhof – Geologischer Dienst NRW (S. 12 unten), Peter Fasel (S. 22 oben, 38 links, 44 oben, 47, 49 oben rechts, 57, 59 links, 77 unten), Arthur Franz (S. 52 Mitte), Christian Griesche (S. 10, 40), Joachim Heyder (S. 49 unten rechts, 58, 59 unten rechts, 60, 65 oben und links), Gerhard Hornig – Geologischer Dienst NRW (S. 12 oben rechts), Elke Hübner-Tennhoff (S. 61, 65 unten), E. Harald Hülle (S. 49 links), Arnold Irlé (S. 53 unten links), Hans-Dieter Kratsch (S. 48 rechts, 56 rechts), Antje Lange (S. 17, 28, 32, 70, 86), Bertram Leder (S. 79), Wilfried Limpinsel (S. 54 unten), Jan Preller (Titel, S. 10, 26 rechts, 29, 36, 38 rechts, 42 oben, 44 unten, 51 links, 51 unten rechts, 52 oben, 53 unten rechts, 55, 64, 66, 67, 74, 75, 77 oben), Franz Richter – Geologischer Dienst NRW (S. 12 oben links), Uwe Römer (S. 24 unten), Uta Schulte (S. 9, 22, 23, 35, 39 unten rechts, 69, 73, 78, 80), Sonja Voss (S. 76), Joachim Weiss (S. 52 unten, 85), Peter Wicke (Rückseite)

Herstellung

MVG Medienproduktion, Aachen
Auflage: 5.000
2008

Stand

April 2008

ISBN

978-3-9809057-8-7