

Konstantin von Teuffel

Manuela Baumgarten

Marc Hanewinkel

Werner Konold

Udo Hans Sauter

Heinrich Spiecker

Klaus von Wilpert

Waldumbau

für eine zukunftsorientierte Waldwirtschaft

Konstantin von Teuffel
Manuela Baumgarten
Marc Hanewinkel
Werner Konold
Udo Hans Sauter
Heinrich Spiecker
Klaus von Wilpert
(Herausgeber)

Waldumbau

**für eine
zukunftsorientierte Waldwirtschaft**
Ergebnisse aus dem Südschwarzwald

Mit 118 Abbildungen und 53 Tabellen

 **Springer**

Prof. Konstantin Frhr. von Teuffel

Dr. Manuela Baumgarten

PD Dr. Marc Hanewinkel

Dr. Udo Hans Sauter

Dr. Klaus von Wilpert

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

Wonnhaldestr. 4, 79100 Freiburg, Deutschland

Prof. Dr. Werner Konold

Universität Freiburg, Institut für Landespflege

Tennenbacher Str. 4, 79106 Freiburg, Deutschland

Prof. Dr. Heinrich Spiecker

Universität Freiburg, Institut für Waldwachstum

Tennenbacher Str. 4, 79106 Freiburg, Deutschland

Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;

detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

ISBN 3-540-23980-4 **Springer Berlin Heidelberg New York**

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk- sendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media

springer.de

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005

Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: Erich Kirchner

Herstellung: Luisa Tonarelli

Satz: Druckreife Vorlage von Stephanie von Detten

Druck: Mercedes Druck, Berlin

Buchbinder: Stein + Lehmann, Berlin

Gedruckt auf säurefreiem Papier 30/2132/LT – 5 4 3 2 1 0

Danksagung

Die Herausgeber danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung für die großzügige Förderung der hier dargestellten Forschungsprojekte. Sie schließen in diesen Dank den Projektträger Jülich (PTJ) mit Sitz in Berlin und hier insbesondere, Frau Heike Neumann, Frau Beate Schütze, Frau Valeria Schütze sowie Herrn Dr. Erich Stüttgen ein, die durch ihre Begleitung und Koordination wesentlich zum Gelingen des Projektes beitrugen.

Dank sei auch allen Kollegen für die viele und sorgfältige Arbeit, die dieses Buch mit Textbeiträgen bereichert haben. Insbesondere gebührt Frau Dr. Manuela Baumgarten Dank für ihre wissenschaftliche Koordination des Gesamtprojektes in den letzten Jahren, die sie mit Geduld, Zähigkeit und Charme durchführte.

Wir schulden unseren Dank auch den wissenschaftlichen Gutachtern der einzelnen Kapitel, die mit ihren wertvollen Anregungen die Qualität der Publikation zweifellos verbessert haben:

Prof. Dr. Michael Bredemeier
PD Dr. Peter Deegen
Prof. Dr. Jörn Erler
Prof. Dr. Werner Härdtle
Prof. Dr. Hubert Hasenauer
Prof. Dr. Gerhard Hofmann
Prof. Dr. Bernd Huwe
PD Dr. Thomas Knoke
Prof. Dr. Max Krott
Prof. Dr. Karl Eugen Rehfuess
Prof. Dr. Matthias Schäfer
Prof. Dr. Hermann Spellmann
Prof. Dr. Karl Stahr
Prof. Dr. Hubert Sterba
Prof. Dr. Sven Wagner
PD Dr. Norbert Weber

Schließlich sei Frau Maria Schiek und Frau Renate Krieg sowie Frau Stephanie von Detten für die Organisation, Zusammenstellung und Formatierung der Manuskripte gedankt.

Freiburg im September 2004,

Die Herausgeber

Einführung

Die Wälder, die heute in Deutschland anzutreffen sind, tragen noch vielfach die Spuren der Zeit, in der sie einst begründet wurden. Sie sind entstanden in einem Zeitraum, in dem die Phase großflächiger Übernutzung und Devastation noch spürbar war. Seither hat die Forstwirtschaft in Deutschland in einer großen Aufbauleistung viele Standorte wieder urbar gemacht und Wälder neu begründet. Heute steht die Forstwirtschaft vor einer anderen Aufgabe. Der Aufbau der Wälder ist weitestgehend abgeschlossen, die Herausforderungen der Branche für die kommende Waldgeneration liegt im Waldumbau. Es geht also nicht mehr vorrangig darum, große Kahlfelder wieder zu bestocken und Holzvorräte wieder aufzubauen. Die Hauptaufgabe für viele Forstbetriebe liegt heute darin, die vorhandenen Wälder umzustrukturieren, ihre Baumartenzusammensetzung und ihren horizontalen und vertikalen Aufbau anforderungsgerecht umzubauen. Unter „Waldumbau“ verstehen wir waldbauliche Maßnahmen in Reinbeständen, die durch Vorbau oder Förderung der Naturverjüngung eine Mischung der Baumarten herbeiführen. „Überführung“ ist ein aktiv v.a. über Pflegeeingriffe betriebener, allmählicher Wechsel vom Altersklassenwald zum strukturreichen, gemischten und ungleichaltrigen Dauerwald, der je nach Betriebsform einzelbaumweise oder kleinbestandsweise umgesetzt wird.

Umbau und Überführung beschäftigen Autoren forstlicher Fachbücher schon lange, eine ganze Reihe wichtiger Erkenntnisse wurde dabei veröffentlicht. Alle großen öffentlichen Forstverwaltungen der Bundesrepublik haben sich zu einem naturnahen Waldbau bekannt. Als Folge davon sind großflächige Waldumbauprogramme im Gange, obwohl eine Reihe wichtiger Fragen noch immer nicht abschließend beantwortet sind. So sind weder die genauen ökonomischen Konsequenzen von Umbau und Überführung in und nach der Umbauphase, noch der „ökologische Ertrag“ eines Wechsels zu stark strukturierten, gemischten Waldaufbauformen sowohl in qualitativer wie auch quantitativer Hinsicht hinreichend belegt. Vielfach treten auch Zielkonflikte zu Tage.

Das vorliegende Buch gibt die wesentlichen Forschungsergebnisse eines Verbundprojektes wieder. Innerhalb eines breit angelegten Forschungsprogramms des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), das sich in fünf Projektregionen in Deutschland mit Waldumbau beschäftigt, hat sich dieses Verbundprojekt mit 26 Forschungsprojekten in der Projektregion Südschwarzwald dem Thema in den Jahren 1998 bis 2004 zugewandt. Im Rahmen dieser Forschung konnten wichtige Erkenntnisse interdisziplinär gewonnen und aufgearbeitet werden. Zahlreiche Ergebnisse dieser angewandten Forschung, die im Projektgebiet Südschwarzwald erzielt wurden, aber auch für andere Regionen von

Bedeutung sind, haben bereits Eingang in die forstliche Praxis der Landesforstverwaltungen und des kommunalen sowie privaten Waldbesitzes gefunden. Es ist im Rahmen dieses Projektes gelungen, ökologische, ökonomische und soziale Fragestellungen der Waldbewirtschaftung und ihren Bezug zu Waldumbau und Überführung gemeinsam und interdisziplinär zu bearbeiten. Dieses Buch soll dazu dienen, die Gesamtheit der bearbeiteten Fragen darzustellen und auf diese Weise eine auf das Arbeitsobjekt Wald bezogene Zusammenschau neuer Erkenntnisse zu ermöglichen.

Die Herausgeber:

Konstantin von Teuffel

Manuela Baumgarten

Marc Hanewinkel

Werner Konold

Udo Hans Sauter

Heinrich Spiecker

Klaus von Wilpert

Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	V
Einführung.....	VII
Inhaltsverzeichnis.....	IX
1 Nachhaltige Waldwirtschaft in Deutschland.....	1
1.1 Nachhaltige, multifunktionale Waldwirtschaft	2
1.2 Zukunftsorientierte Waldwirtschaft: naturnaher Waldbau und ökologischer Waldumbau.....	3
1.2.1 Naturnaher Waldbau	4
1.2.2 Ökologischer Waldumbau.....	5
Literaturverzeichnis	7
2 Forschung für eine zukunftsorientierte Waldwirtschaft.....	11
2.1 Forschungsschwerpunkt - ökologischer Waldumbau.....	11
2.2 Der Projektverbund „Südlicher Schwarzwald“ - Möglichkeiten und Konsequenzen bei der Realisierung des ökologischen Waldumbaus am Beispiel des „Südlichen Schwarzwaldes“	12
2.2.1 Charakterisierung der Forschungsregion „Südlicher Schwarzwald“.....	13
2.2.1.1 Das Wuchsgebiet Schwarzwald	13
2.2.1.2 Die Forschungsregion „Südlicher Schwarzwald“	13
2.2.2 Forschungsaufgaben und Fragestellungen	16
2.2.3 Struktur und beteiligte Institutionen.....	19
Literaturverzeichnis	22
3 Umbauebedarf in Fichtenwäldern Baden-Württembergs	25
3.1 Waldbauliche Situation in Baden-Württemberg	25
3.1.1 Zustandsdaten zum öffentlichen Wald.....	25
3.1.2 Entwicklung des Waldes und einige mittelfristige Ziele der öffentlichen Forstverwaltung Baden-Württembergs	27
3.2 Herleitung des Umbauebedarfs für die Wälder Baden-Württembergs.....	30
3.2.1 Natürliche Verbreitung der Fichte (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.).....	30
3.2.2 Erläuterung des Umbauebedarfs	32
3.3 Methodik zur Feststellung des potentiellen Umbauebedarfs	33
3.3.1 Kriterien für einen potentiellen Waldumbau.....	33
3.3.2 Datengrundlage und Auswertungsmethodik	36
3.4 Ergebnisse	38
3.4.1 Umbauebedarf für „ungeeignete Fichtenstandorte“	38

3.4.2	Umbaubebedarf für „wenig geeignete Fichtenstandorte“ Reduktion der Fichtenbeimischung → „Umbauziel $\leq 30\%$ Fichte + $\geq 70\%$ Buche bzw. andere Laubhölzer“)	42
3.4.3	Umbaubebedarf für „mögliche bis geeignete Fichtenstandorte“ Mindestbeimischung von Laubholzarten → „Umbauziel $\geq 30\%$ Laubholz (v.a. Buche, Eiche und sonstiges Laubholz) + $\leq 70\%$ Fichte“	45
3.4.4	Zusammenfassung und Diskussion	47
	Literaturverzeichnis	55
4	Der Zusammenhang zwischen Wuchsleistung und Standort bei Fichte, Tanne und Buche auf den wichtigsten Standorteinheiten des Südschwarzwaldes	59
4.1	Einleitung	59
4.2	Material und Methoden	61
4.2.1	Untersuchungsgebiet	61
4.2.2	Untersuchungsstandorte	61
4.2.3	Wuchsleistungsgruppen	63
4.2.4	Bestandes- und Baumauswahl	63
4.2.5	Erfassung der Baummerkmale	64
4.2.6	Analyse des Durchmesserwachstums	64
4.2.7	Höhenanalyse	64
4.2.8	Ermittelte Zuwachsgrößen	65
4.2.9	Alters-Höhen-Bonitierung	66
4.2.10	Ermittlung der Standflächen der Probestämme	67
4.2.11	Herleitung der Zuwachs- und Bonitierungswerte	68
4.2.12	Standortsfaktoren	70
4.2.13	Bestandesparameter	70
4.3	Ergebnisse	71
4.3.1	Schätzung der Oberhöhe im Alter 100 $h_{o,100}$	71
4.3.2	Schätzung des durchschnittlichen Gesamtzuwachses im Alter 100 dGZ_{100}	72
4.3.3	Schätzung des laufenden periodischen Zuwachses IZ	73
4.4	Diskussion	75
4.5	Zusammenfassung	80
	Literaturverzeichnis	81
	Anhang	83
5	Ökologische und landschaftliche Aspekte - Standort, Geschichte, Vegetation, Verjüngungsstruktur, Bodenfauna, Genetik	85
5.1	Einführung	85
5.2	Untersuchungsgebiet und Projektdesign	86
5.2.1	Untersuchungsgebiet - Lage, Standorte, Waldvegetation	86
5.2.1.1	Wuchsbedingungen, Standortgliederung	87
5.2.1.2	Waldvegetation	88
5.2.2	Projektdesign	89

5.2.3 Wald- und Forstgeschichte.....	92
5.3 Projekte.....	96
5.3.1 Natürliche Baumartenzusammensetzung – Standortswald.....	96
5.3.1.1 Versuchsflächen, Material, Methodik.....	97
5.3.1.2 Holzkohleanalytisches Ergebnis und Auswertung.....	97
5.3.1.3 Schlussfolgerung.....	99
5.3.2 Wald als Kulturlandschaft.....	100
5.3.2.1 Forschungsziel.....	100
5.3.2.2 Methoden der Landschaftsanalyse.....	101
5.3.2.3 Ergebnisse.....	101
5.3.3 Auswirkungen des Waldumbaus auf die Verjüngungsstruktur.....	105
5.3.3.1 Ziele, Annahmen.....	105
5.3.3.2 Untersuchungsgebiet und Methoden.....	105
5.3.3.3 Ergebnisse.....	106
5.3.4 Auswirkungen des Waldumbaus auf die Vegetation.....	110
5.3.4.1 Ziele und methodologisches Vorgehen.....	110
5.3.4.2 Ergebnisse.....	110
5.3.4.3 Schlussfolgerungen.....	113
5.3.5 Auswirkungen des Waldumbaus auf die Bodenfauna.....	113
5.3.5.1 Ziele und Annahmen.....	113
5.3.5.2 Untersuchungsgebiet und Methoden.....	114
5.3.5.3 Ergebnisse.....	114
5.3.5.4 Extrapolierbarkeit der Erkenntnisse von der untersuchten Raumebene auf höhere Raumebenen.....	117
5.3.6 Genetische Aspekte der Einbringung von forstlichem Vermehrungs- gut beim Waldumbau: Genetische Zusammensetzung zugelassener Saatguterntebestände der Weißtanne - Überprüfung der Herkunftssicherheit der Buche durch Referenzproben.....	117
5.3.6.1 Ziele und Hypothese.....	117
5.3.6.2 Material und Methoden.....	118
5.3.6.3 Ergebnisse bei der Weißtanne mit besonderer Berück- sichtigung von historischen Aspekten und vom Grad des menschlichen Einflusses.....	119
5.3.6.4 Ergebnisse zur Herkunftssicherung von Buche und Weißtanne.....	120
5.4 Diversität.....	121
5.4.1 Diversität im Kontext des Waldumbaus.....	121
5.4.2 Landschaftliche Diversität.....	122
5.4.3 Einfluss des Waldumbaus auf die Bestandes- und Artendiversität.....	124
5.5 Ableitungen und Empfehlungen für den Waldumbau.....	134
5.5.1 Zusammenfassende Ableitungen.....	134
5.5.2 Detaillierte Empfehlungen zu einzelnen ökologischen Aspekten ...	135
5.6 Praxismethoden.....	139
5.6.1 Gewinnung von Vermehrungsgut.....	139
5.6.2 Wald als Kulturlandschaft.....	140
Literaturverzeichnis.....	142

6	Waldumbau und Stoffhaushalt	151
6.1	Stoffhaushaltskriterien für Bedarf und Möglichkeiten von Waldumbau	151
6.1.1	Anthropogene Depositionen.....	152
6.1.2	Bodenversauerung.....	152
6.1.3	Kohlenstoff- und Stickstoffhaushalt.....	155
6.2	Wirkung des Waldumbaus auf Bestandes- und Landschaftsniveau.....	159
6.2.1	Bestandesstruktur und Stoffhaushalt (eine Ökosystemstudie)	159
6.2.2	Regionalisierung bodenchemischer Eigenschaften – Einschätzung der Verbesserung der Standortnachhaltigkeit durch Waldumbau auf Landschaftsebene	164
6.2.2.1	Untersuchungsgebiete und Probenahmedesign	165
6.2.2.2	Regionalisierungsmethode	168
6.2.2.3	Ergebnisse zur Basensättigung.....	171
6.2.2.4	Kohlenstoffvorräte	174
6.2.2.5	Diskussion der Regionalisierungsergebnisse und Schlussfolgerungen	175
6.3	Beitrag des Bodenskeletts zum Ionenvorrat von Böden.....	179
6.3.1	Austauschbare Nährelemente der Grobbodenfraktion in Waldböden des südlichen Schwarzwaldes	180
6.3.1.1	Material und Methoden.....	180
6.3.1.2	Ergebnisse	183
6.3.1.3	Diskussion.....	188
6.3.2	Sind Steine in Waldböden“hot spots“ der Nährelementaufnahme durch Feinwurzeln und Mykorrhizza-Pilze?	191
6.3.2.1	Einleitung	191
6.3.2.2	Mikropedologische Methoden	192
6.3.2.3	Ergebnisse und Diskussion	193
6.3.3	Zukünftige Integration des Nährelementvorrats des Grobbodens... ..	196
6.3.3.1	Einleitung	196
6.3.3.2	Methoden	197
6.3.3.3	Ergebnisse	199
6.3.3.4	Diskussion.....	202
6.3.4	Zusammenfassung zum Nährelementpotential von Steinen.....	204
6.4	Zusammenfassende Schlussfolgerungen zu Waldumbau und Stoffhaushalt	207
	Literaturverzeichnis	210
7	Waldwachstumskundliche Aspekte des Waldumbaus	215
7.1	Einleitung.....	215
7.2	Das Zuwachspotenzial von Fichten (<i>Picea abies</i> [L.] Karst.) und Tannen (<i>Abies alba</i> Mill.) und deren Eignung für Überführungsvorhaben.....	216
7.2.1	Einleitung.....	216
7.2.2	Eine Methode zur Abschätzung des Zuwachspotenzials von Fichten und Tannen.....	218
7.2.2.1	Auswahl der Steuerungsparameter	218

7.2.2.2	Untersuchungsmaterial für die retrospektive Analyse der Wuchsreaktion.....	220
7.2.2.3	Bildung von Klassenmittelwerten zur Beschreibung der Kronenlänge und des Entwicklungsstadiums.....	221
7.2.3	Ergebnisse	221
7.2.3.1	Veränderung des jährlichen Radialzuwachses in 1,3m Schafthöhe.....	221
7.2.3.2	Veränderung der Schafform	224
7.2.3.3	Veränderung des jährlichen Höhenzuwachses	225
7.2.3	Waldbauliche Konsequenzen aus dem Zuwachsreaktionsverhalten stark freigestellter Fichten und Tannen	226
7.3	Zum Wachstum älterer Buchen (<i>Fagus sylvatica</i> L.) in der Überführungsphase im südlichen Schwarzwald.....	227
7.3.1	Einleitung	227
7.3.2	Material und Methode	227
7.3.2.1	Untersuchungsflächen	228
7.3.2.2	Auswahl und Vermessung der Untersuchungsbäume	228
7.3.2.3	Analyse des Grundflächenzuwachses	230
7.3.2.4	Analyse des Höhenzuwachses.....	233
7.3.2.5	Kronenexpansion.....	234
7.3.3	Ergebnisse	234
7.3.3.1	Reaktion des Grundflächenzuwachses	234
7.3.3.2	Plausibilität des Modells für Langzeitprognosen	235
7.3.3.3	Reaktion des Höhenzuwachses	236
7.3.3.4	Kronenausdehnung.....	237
7.3.3.5	Variation des Astlängenzuwachses	237
7.3.4	Diskussion.....	239
7.3.4.1	Grundflächenzuwachs	239
7.3.4.2	Höhenzuwachs	240
7.3.4.3	Kronenbreite.....	240
7.3.5	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für die Praxis	240
7.4	Folgerungen	241
	Literaturverzeichnis	242
8	Finanzielle Konsequenzen des Waldumbaus und Methoden der Risikoprognose anhand von Fallbeispielen – Einführung.....	247
8.1	Finanzielle Konsequenzen des Waldumbaus – Analyse mit Methoden der Investitionsrechnung	248
8.1.1	Einleitung	248
8.1.2	Material und Methoden	249
8.1.3	Ergebnisse – Finanzielle Konsequenzen des Waldumbaus - ein Fallbeispiel	252
8.1.4	Sensitivitätsanalysen	258
8.1.5	Schlussfolgerungen	259
8.2	Risikoprognose mit neuronalen Netzen – am Beispiel von Umbaubetrieben	261

8.2.1	Einleitung.....	261
8.2.2	Ermittlung des Risikos mit Hilfe von neuronalen Netzen auf der Basis von Verbuchungsdaten	261
8.3	Quantifizierung von Risiko durch altersstufenweise Ermittlung von Übergangswahrscheinlichkeiten mit Hilfe von digitalisierten Forstkarten	269
8.3.1	Material und Methoden	269
8.3.2	Ergebnisse am Fallbeispiel Staatswald St.Blasien	271
8.3.3	Diskussion.....	275
8.3.4	Schlussfolgerungen zur Risikoanalyse.....	276
8.3.5	Zusammenfassende Schlussfolgerung aus Risikoerfassung und ökonomischer Analyse.....	277
8.4	Die Waldbewirtschaftung im bäuerlichen Privatwald.....	278
8.4.1	Waldbauliche Situation im Privatwald.....	279
8.4.2	Anzahl der Betriebe und Flächenausstattung	280
8.4.3	Veränderung der Rahmenbedingungen durch den Agrarstrukturwandel	281
8.5	Akzeptanz und Umsetzung von Praktiken des ökologischen Waldumbaus und einer naturnahen Bewirtschaftung im Privatwald.....	284
8.5.1	Hintergrund.....	284
8.5.2	Theoretischer Rahmen, Material und Methoden.....	285
8.5.3	Wahrnehmung des Waldzustandes und der eigenen Einflussmöglichkeiten durch private Waldbesitzer.....	288
8.5.4	Soziale Einflüsse auf das Handeln der Waldbesitzer	289
8.5.5	Typen von Waldbesitzern	289
8.5.6	Empfehlungen zur Förderung der Waldumbautätigkeit im Privatwald.....	293
8.5.7	Zielgruppenspezifische Aspekte	294
	Literaturverzeichnis	297
9	Aspekte der Holznutzung und der Technikfolgenabschätzung beim Waldumbau im südlichen Schwarzwald.....	301
9.1	Holznutzung im Dauerwald	304
9.1.1	Rahmenbedingungen für die Holznutzung.....	305
9.1.1.1	Expertenbefragung zur Erhebung der modifizierten Rahmenbedingungen.....	305
9.1.1.2	Anforderungen des Waldbaus an die Holznutzung.....	306
9.1.2	Arbeitsversuche zum Einsatz von Holzerntesystemen in Dauerwäldern.....	307
9.1.2.1	Material und Methoden.....	308
9.1.2.2	Leistungsergebnisse der untersuchten Holzerntesysteme	310
9.1.2.3	Arbeitssicherheit und Ergonomie.....	312
9.1.2.4	Organisation und Planung.....	313
9.1.2.5	Abschließende Beurteilung hinsichtlich Technikfolgenabschätzung.....	313

9.2 Konsequenzen aus der Holznutzung für Boden und Bestand im Sinne einer Technikfolgen-abschätzung.....	315
9.2.1 Bodenmechanische Wirkung von im Rahmen des Waldumbaus eingesetzten Maschinen.....	316
9.2.1.1 Material und Methoden.....	317
9.2.1.2 Ergebnisse zur Messung der „Kontaktflächendrucke“.....	322
9.2.1.3 Ergebnisse zur Bodenspannung.....	324
9.2.1.4 Ergebnisse zur Vorbelastung.....	326
9.2.1.5 Diskussion.....	328
9.2.1.6 Fazit.....	329
9.2.2 Systeme und Verfahren als Belastungsfaktoren - Probleme mit dem Einsatz moderner Holzerntetechnik.....	330
9.2.2.1 Leistungspotentiale kontra Bodenverträglichkeit.....	334
9.2.2.2 Auswirkungen moderner Holzerntefahrzeuge und deren Arbeitsabläufe auf das Widerlager Boden.....	336
9.2.2.3 Belastungen des Bodens durch Systemkomponenten.....	342
9.2.3 Bodenverformung und Wurzelraum.....	345
9.2.3.1 Veränderung der Bodenstruktur und ihre Auswirkungen auf die Transferparameter.....	346
9.2.3.2 Regeneration von Bodenverformung.....	355
9.2.3.3 Sicherung der ökologischen Bodenfunktionen bei der Holzernte in Überführungsbeständen.....	362
9.2.4 Bestandspfleglichkeit von Holzerntesystemen in Dauerwäldern... 362	
9.3 Holzerntetechnik im Nicht-Altersklassenwald – Entscheidungskriterien und Steuerungsmöglichkeiten.....	367
9.3.1 Hiebscharakteristika in Dauerwaldbeständen.....	367
9.3.2 Mensch.....	368
9.3.3 Bestand.....	369
9.3.4 Boden.....	370
9.3.5 Gesellschaft – adäquate Technik zur nachhaltigen Nutzung naturnaher Wälder.....	371
9.4 Erosionspotentiale beim Einsatz von Raupenvoll-erntern in Steillagen des Schwarzwaldes.....	373
9.4.1 Problemstellung.....	373
9.4.2 Material und Methoden.....	376
9.4.2.1 Versuchsfläche.....	376
9.4.3 Modellierung.....	377
9.4.4 Messfeldvorbereitung und Oberflächenscanning.....	379
9.4.4.1 Datenaufbereitung.....	381
9.4.5 Feldversuche zur Abflussbildung.....	383
9.4.6 Ergebnisse.....	384
9.4.6.1 Modellierung.....	384
9.4.6.2 Volumenbilanzen und Oberflächenrauigkeit.....	385
9.4.7 Diskussion.....	390
9.4.8 Folgerungen für die Praxis.....	392
Literaturverzeichnis.....	393

Waldumbau – eine Zusammenfassung	401
Flächendimension.....	401
Biodiversität und Landschaft.....	402
Stoffhaushalt.....	403
Waldwachstum	405
Ökonomie und Risiko	406
Sozioökonomie	408
Technikfolgenabschätzung	410
Autorenverzeichnis	415

1 Nachhaltige Waldwirtschaft in Deutschland

M. Baumgarten, K. von Teuffel

Die Waldnutzung unterliegt im Laufe der Geschichte und in Abhängigkeit von der wirtschaftlichen Lage, den Eigentumsverhältnissen und gesellschaftlichen Ansprüchen wechselnden Anforderungen. Bis zum Mittelalter war Deutschland fast vollständig von buchendominierten Wäldern bedeckt (Küster 2001). Mit dem Anstieg der Bevölkerung und der Entwicklung von Ballungszentren nahm die Rodungstätigkeit seit dem frühen Mittelalter zu und der Wald wurde bis heute auf rund ein Drittel seiner Ausgangsfläche zurückgedrängt. Vom Spätmittelalter und der frühen Neuzeit an diente der Wald der gesellschaftlichen Existenzsicherung, deren Grundlage das Waldgewerbe, Handwerk, Ernährungs- und v.a. die Energieversorgung war (Schmidt 2003). Unterschiedliche Nutzungsinteressen und Übernutzung führten bis zum 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts in Deutschland zu degradierten und devastierten, übernutzten Waldflächen und gebietsweise zur Zerstörung ganzer Waldkomplexe (Schmidt 1994, 2001). Die resultierende Knappheit bewirkte sehr bald neue sozio-ökonomische Interessenskonflikte verschiedener Waldnutzer, deren Ansprüche einer geregelten Forstwirtschaft bedurften (Schriewer 2001; Schmidt 2003).

Die Anfänge einer geregelten Forstwirtschaft lagen bereits im 16. Jahrhundert, die eigentliche Entwicklung begann erst etwa zwei Jahrhunderte später (von Hornstein 1958). Der Begriff der Nachhaltigkeit wurde im 18. Jahrhundert in der Waldwirtschaft geprägt. H.C. v. Carlowitz (1713) manifestierte 1713 einen auf die Gleichmäßigkeit der Holznutzung gerichteten Nachhaltigkeitsbegriff. Die Einbeziehung ökologischer Gesichtspunkte in den forstlichen Nachhaltigkeitsgedanken erfolgte etwa gegen Ende des neunzehnten Jahrhunderts (Gayer 1886).

Aufgabe der modernen Forstwirtschaft war zunächst der Wiederaufbau der Wälder, wobei die schnelle Wiederbewaldung und eine nachhaltige Sicherung der Holzressourcen im Vordergrund standen. Schnellwüchsige Nadelbaumarten wie Fichte und Kiefer wurden aufgrund der guten Erträge sowie der leichten Kultivierbarkeit auch auf z.T. nährstoffverarmten, degradierten Böden bevorzugt und meist in Reinbeständen angepflanzt. Nachteile der Nadel-Reinbestandswirtschaft wie erhöhte Schädlingsempfindlichkeit, verringerte Stabilität gegenüber abiotischen Belastungen, Verringerung der Bodenfruchtbarkeit, Rückgang der Biodiversität, u.a. wurden erst allmählich offensichtlich.

In der Wiederaufbauphase nach dem 2. Weltkrieg erlitt die nachhaltige naturnähere Waldbewirtschaftung aufgrund der ungünstigen ökonomischen Rahmenbedingungen und der durch überhöhte Wildbestände unzureichenden Naturverjüngung einen Rückschlag (Weidenbach 2001). Erst in den letzten Jahrzehnten

wurden die notwendigen Umstrukturierungen zur Walderneuerung in Richtung einer naturnäheren Waldwirtschaft gesellschaftlich wieder relevant (Mantel 1990; Schriewer 2001; Schmidt 2003).

Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen erlauben es und die gesellschaftlichen Anforderungen in Deutschland (Westeuropa) und die erweiterten Kenntnisse bedingen es, möglichst viele Waldfunktionen, wie Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion bei der Waldbewirtschaftung mit einzubeziehen (Kennedy et al. 1998; Farrell et al. 2000). So vereinbarten die Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe in Helsinki (1993): *„Nachhaltige Bewirtschaftung bedeutet die Betreuung von Waldflächen und ihre Nutzung auf eine Weise und in einem Maß, dass sie ihre biologische Vielfalt, Produktivität, Verjüngungsfähigkeit und Vitalität behalten sowie ihre Fähigkeit, gegenwärtig und in Zukunft wichtige ökologische, wirtschaftliche und soziale Funktionen auf lokaler, nationaler und globaler Ebene zu erfüllen, und dass anderen Ökosystemen kein Schaden zugefügt wird“*.

Die forstliche Nachhaltigkeit wird damit erweitert um die Begriffe multifunktional, naturnah und sozialverträglich.

1.1 Nachhaltige, multifunktionale Waldwirtschaft

Seit dem Ende der 1970er Jahre hat sich in Deutschland eine nachhaltige, multifunktionale Waldwirtschaft durchgesetzt (Höltermann u. Oesten 2001). Die gesellschaftlichen Ansprüche an den Wald umfassen heute neben der Erzeugung von Nutzholz immer weitere Bereiche, z. B. nachwachsende Rohstoffe, Energieerzeugung, Klimaschutz, CO₂-Fixierung, Tourismus, Ästhetik, Naturerlebnis, Freizeitaktivitäten, Lawenschutz, Hochwasserschutz, Bodenschutz, Biodiversitäts-/Artenreservoir, Trinkwasser etc. (Pelkonen et al. 1999; Krott 2000; Richter 2002; Nabuurs 2001). Zur praktischen Umsetzung der Multifunktionalität wurde das Konzept der "Naturnahen Waldwirtschaft" aus gewachsenen Formen der Waldbewirtschaftung entwickelt. Naturnähere Waldbewirtschaftungsformen werden in Deutschland lokal seit langem betrieben, sie werden jedoch wegen der veränderten ökologischen und gesellschaftlichen Anforderungen an den Wald erst in den letzten Jahrzehnten auch großflächig umgesetzt. Nachdem die Waldzustands-Diskussion in Deutschland seit den 1980er Jahren großes öffentliches Interesse erfahren hat, wurde, auch unter starken Druck durch die Forstwissenschaft, eine rasche Hinwendung zur naturnahen Waldwirtschaft vollzogen.

Eine der wichtigsten Aufgaben einer modernen, zukunftsorientierten Forstwirtschaft in Deutschland ist der Umbau der großflächig vorhandenen, nicht standortsgemäßen reinen Nadelwälder in naturnahe, standortsgerechte, stabile Mischwälder unter wesentlicher Beteiligung von Laubbaumarten sowie der Tanne.

Die Wiedervereinigung und die Haushaltsprobleme aller öffentlichen Hände haben in letzter Zeit den Fokus der Öffentlichkeit von der Wahrnehmung und dem Interesse für Umweltprobleme eher abgelenkt (Schraml u. Winkler 1999). Auch

die wirtschaftliche Krise zahlreicher Waldeigentümer hat die ökonomischen Aspekte der Waldnutzung wieder stärker in den Vordergrund rücken lassen.

Auf internationaler Ebene einigten sich die beteiligten Staaten im Rahmen der Konferenz für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen (UNCED) in Rio de Janeiro 1992 auf ein umfassendes Leitbild zur nachhaltigen Entwicklung (UNCED 1992). Zur Konkretisierung der dort gefassten waldbezogenen Beschlüsse wurde schließlich das Konzept der „nationalen Forstprogramme“ (NFP) beschlossen. Diese sehen vor, die wirtschaftliche, umweltbezogene und soziale Bedeutung des Waldes zu analysieren und, entsprechend der nationalen Anforderungen und der Beachtung vereinbarter Prinzipien, Maßnahmen zur nachhaltigen Waldbewirtschaftung zu ergreifen. Weitere Vereinbarungen auf europäischer Ebene folgten (diverse Ministerkonferenzen zum Schutz der Wälder in Europa in Helsinki, Lissabon, Wien) (BMELF 2000a).

Mittlerweile werden weltweit die Vorschläge und Ergebnisse in die nationalen Forstprogramme eingearbeitet. Obwohl sich Deutschland bei der Entwicklung des Konzeptes international stark engagiert hat, war der Start zu den NFP im europäischen Vergleich eher verspätet, so dass Deutschland im Mittelfeld rangiert (Zimmermann u. Mauderli 2001). Baden-Württemberg hat als erstes Bundesland den Prozess eines Dialogs zur Ausarbeitung eines regionalen Forstprogramms vollzogen (Roscher u. Weber 2003). Damit soll in einem fortlaufenden sektorenübergreifenden politischen Dialog unter Einbezug aller gesellschaftlich relevanten Gruppen, der Prozess zur Förderung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung unter Berücksichtigung der vielfältigen Waldfunktionen auf einen breiten Konsens gestellt werden. Acht weitere Bundesländer haben die Ausarbeitung eines regionalen Forstprogramms veranlasst (Roscher u. Weber 2003).

Die meisten europäischen Staaten beginnen vermehrt die Grundsätze einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung in ihre nationalen Konzepte und Gesetze einzubringen.

1.2 Zukunftsorientierte Waldwirtschaft: naturnaher Waldbau und ökologischer Waldumbau

Gemäß dem Bundeswaldgesetz (BwaldG, BMELF 2000b) als Rahmengesetz für die Landeswaldgesetze wird als Grundsatz für die Waldbewirtschaftung festgesetzt, *„den Wald wegen seines wirtschaftlichen Nutzens (Nutzfunktion) und wegen seiner Bedeutung für die Umwelt, insbesondere für die dauernde 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, die Forstwirtschaft zu fördern und einen Ausgleich zwischen dem Interesse der Allgemeinheit und den Belangen der Waldbesitzer herbeizuführen“*.

Alle Waldeigentümer sind somit zu einer nachhaltigen und multifunktionalen Waldwirtschaft verpflichtet.

1.2.1 Naturnaher Waldbau

Der naturnahe Waldbau entwickelte sich in den vergangenen Jahrzehnten aus historisch gewachsenen Formen der Waldbewirtschaftung (Weidenbach 1988; Otto 1990, 1991; Schütz 2001).

Schon der Begriff „naturnah“ impliziert, dass bei dieser Art von Bewirtschaftung weiterhin der Mensch und dessen (veränderliche) Nutzung der Ressource Wald im Vordergrund steht. Es geht somit explizit nicht um eine Annäherung der Wälder an deren ursprünglichen Zustand (Urwälder), sondern im wesentlichen um die Orientierung der Bewirtschaftungsmaßnahmen an Prozessen, die ohne aktives Eingreifen des Menschen ablaufen. Die naturnahe Bewirtschaftung dient als Mittel, diese „kostenlos“ ablaufenden Prozesse (z.B. Naturverjüngung) möglichst effizient und risikosenkend, und zwar in ökonomischer und ökologischer Hinsicht, auszunutzen.

Ein grundlegendes Ziel naturnaher Waldwirtschaft ist es, in den zukünftigen Wirtschaftswäldern die Baumarten, die gegenwärtig auch von Natur aus den Wald prägen würden, in angemessenen Anteilen zu berücksichtigen und gleichzeitig ungleichaltrige, strukturierte und stufige Mischwälder mit hoher Stabilität aufzubauen.

Kennzeichnend für die meisten, aktuellen Waldbaukonzepte der Bundesländer, die sich einer naturnahen Waldbewirtschaftung verpflichtet sehen, ist ein waldbaulicher Übergang von Nadelreinbeständen hin zu Mischwäldern, eine Erhöhung des Laubbaumanteils sowie eine stärkere Strukturierung der Bestände mit Naturverjüngung und einem steigenden Anteil an Bäumen in der Alterungs- und Zerfallsphase. Eine standortsgerechte Baumartenwahl soll der Entwicklung einer standortangepassten Arten- und Strukturvielfalt in Mischwäldern dienen. Dauerwälder sollen gefördert, große Kahlschläge möglichst vermieden werden. Übereinstimmend wird eine ökosystemverträgliche Waldbewirtschaftung postuliert. Dies setzt voraus, dass der Einsatz systemfremder Stoffe und auch die Belastung von Nachbarsystemen durch die Bewirtschaftung vermieden werden, solange keine existenzielle Gefährdung der Wälder selbst offensichtlich ist. Weitgehender Konsens besteht auch über die Notwendigkeit, den Umfang der Wildbestände zu regulieren, um die natürlichen dynamischen Prozesse zur Walderneuerung nutzen zu können. Die vollmechanisierte Holzernte mit schweren/mittelschweren Ernte- und Rückefahrzeugen wird grundsätzlich in Kenntnis der ökonomischen Zwänge akzeptiert, die Standards bei der Feinerschließung sowie hinsichtlich Bodenschutz und Ökologie sind einzuhalten, obschon nicht immer einheitlich (ML 1992; MU 1993; TMNLF 1993; MURL 1994; MELF 1998; MUNF 1999; MLR 1999; SMUL 1999; StMLF 2001).

Die öffentlichen Forstverwaltungen bekräftigen generell eine Zuwendung hin zum naturnahen Waldbau. Nach einer Auswertung der bestehenden Waldbaukonzepte oder Waldbauprogramme aus 16 Bundesländern hinsichtlich Bewirtschaftungs-

weise und Hauptzielen betreiben 12 der Landesforstverwaltungen „naturnahe“, zwei „naturgemäße“ und eine sog. „ökogerechte“ Forstwirtschaft (Neumann 2000). Inhaltlich sind die Unterschiede jedoch gering.

Historisch bedingt erfüllen heute nur einige Waldbestände die angestrebte Zielvorstellung (Tabelle 1.1), jedoch ist, regional unterschiedlich, schon seit geraumer Zeit ein Entwicklungsprozess zu den erwünschten waldbaulichen Verhältnissen im Gange (Burschel u. Huss 1997), der als „ökologischer Waldumbau“ bezeichnet wird. Dieser findet derzeit auf großer Fläche statt und führt zur sukzessiven Veränderung ganzer Landschaften.

Tabelle 1.1: Flächen-/Anteile der Betriebsarten im Wirtschaftswald in Deutschland und Baden-Württemberg

Gebiet	Betriebsart	Altersklassenwald	Plenterwald, dauerwaldartig
BRD °	Ha	7.112.696	143.395
	%	97	2
Baden-Württemberg *	Ha	1.259.932	45.661
	%	97	3

° BMELF 1992, gesamter Wirtschaftswald

* FVA 1993, gesamter Wirtschaftswald

1.2.2 Ökologischer Waldumbau

Unter Waldumbau wird im Allgemeinen der durch Bewirtschaftungsmaßnahmen herbeigeführte Wechsel von Betriebsform und Baumartenmischung in Waldbeständen verstanden (Anonymus 2000).

Der Begriff „ökologischer Waldumbau“ ist in zweierlei Hinsicht besetzt. Er wird als Leitvorstellung der Forstverwaltungen verwendet, welche als grundsätzliches Ziel eine Umstrukturierung ihrer Wälder beabsichtigen, um sowohl funktionelle als auch ökologische Diskrepanzen, die zwischen realen und zu erwartenden Wirkungen eines Waldökosystems auftreten, zu beseitigen (Thomasius 1996). Weiterhin ist der Waldumbau das Instrument zum Erreichen der Leitvorstellung (Gemende 2003).

Zu den zentralen Zielen des ökologischen Waldumbaus gehört der Ersatz von Nadelbäumen (v.a. Fichte und Kiefer) auf für sie ungeeigneten Standorten durch standortsgerechte Baumarten sowie die Erhöhung des Laubholzanteils auf der Gesamtwaldfläche - je nach Bundesland soll dessen Anteil in Zukunft bei rund 40 bis 60 % liegen (Rosin 2000). Der Waldumbau als Umstrukturierung der Wälder ist Teil aller Waldbauprogramme. Aktuell bedeutet dies für die meisten Waldregionen Deutschlands den Wechsel vom nadelbaumdominierten schlagweisen Hochwaldbetrieb (Altersklassenwald) mit festen Umtriebszeiten und flächenhafter Nutzung gleichaltriger Bestände hin zum Dauerwaldbetrieb mit ständiger Überschirmung, ungleichaltrigen Bäumen, Einzelbaumwirtschaft und Verzicht auf flächiges Vorgehen (Griess u. Kurth 1998). Die Begrifflichkeiten im Zusammenhang mit der Durchführung des Waldumbaus werden jedoch innerhalb der

einzelnen Länderforstverwaltungen bisher eher uneinheitlich verwendet (Gemende 2003). Daher werden im Folgenden für den vorliegenden Buchbeitrag geltende Definitionen aufgestellt:

Als konkrete Maßnahmen beim ökologischen Waldumbau zur Umstrukturierung in naturnahe Wälder kommen im Wesentlichen *Umbau* und *Überführung* in Betracht (Anonymus 2000). Beim *Umbau* finden waldbauliche Maßnahmen in Reinbeständen statt, die durch Vorbau oder Förderung der Naturverjüngung eine Mischung der Baumarten herbeiführen. Die *Überführung* ist ein aktiv v.a. über Pflegeeingriffe betriebener, allmählicher Wechsel vom Altersklassenwald zum strukturreichen, gemischten und ungleichaltrigen Dauerwald, der je nach Betriebsform einzelbaumweise oder kleinbestandsweise umgesetzt wird (Hasenauer 2004).

Folgende Hypothesen sind mit dem ökologischen Waldumbau verknüpft:

Durch eine deutliche Aufwandsreduzierung können positive ökonomische Effekte erzielt werden. Die Kosten werden gegenüber der klassischen Altersklassenwirtschaft v.a. durch natürliche Verjüngung reduziert. Voraussetzung ist die konsequente Regulierung der Wildbestände. Jungbestands-Pflegemaßnahmen werden durch die fortschreitende Ausdifferenzierung der Verjüngung unter dem schützenden Schirm der Altbestände deutlich verringert.

Eine zukünftige Dauer(misch)waldbewirtschaftung löst sich von der flächigen Waldbehandlung und stellt auf einzelbaum-, -gruppen- bis kleinbestandsweise Bewirtschaftung ab. Die Auswahl verschiedener Holzqualitäten und -sortimente in einem gemischten ungleichaltrigen Wald macht – nach dem Prinzip „Warenlager Holz“ – eine flexible Reaktion auf die Holzmarktpreise und die Konsumentenbedürfnisse möglich.

Mit dem ökologischen Waldumbau wird eine Erhöhung der Biodiversität in Waldökosystemen erwartet, wobei hierunter nicht nur die Vielfalt der Tier- und Pflanzenwelt, sondern auch die genetische Vielfalt und strukturelle Vielgestaltigkeit auf Landschaftsebene verstanden wird. Zyklische Waldentwicklungsmodelle beinhalten Sukzessionsabläufe innerhalb und außerhalb des Schlusswaldstadiums (z.B. Leibundgut 1978; Otto 1994). Das Zulassen einer ausgeprägten Altersphase und einer Zerfallphase in den Waldökosystemen führt auch zu positiven ökologischen Effekten wie z. B. zu einer erhöhten Biodiversität bestimmter Arthropoden und Pilze auf Grund des höheren Anteils an Starkholz, sowie durch das Vorhandensein von Totholz (Detsch et al. 1994; Ammer et al. 1998).

Der Anbau naturnaher standortgerechter Baumarten bei dauerwaldartiger Bedeckung trägt zum Schutz bzw. zur Verbesserung des Bodens und dessen Fruchtbarkeit bei und vermeidet oder vermindert Stoffausträge in das Grundwasser und Spurengasemissionen in die Atmosphäre.

Insgesamt kann eine Verbesserung der Stabilität und Elastizität (Puffervermögen) der Waldökosysteme und deren benachbarter Ökosysteme gegenüber biotischen und abiotischen Störungen erreicht werden.

Der ökologische Waldumbau soll somit insgesamt einen wesentlichen Beitrag für eine multifunktionale Waldwirtschaft leisten.

Die aufgeführten Hypothesen sind in vielen Fällen nicht wissenschaftlich überprüft. Der Nutzen der großräumig geplanten Umstrukturierung für Wald,

Wirtschaft und Gesellschaft wird allgemein positiv eingeschätzt. Die tatsächlichen Auswirkungen dieser Maßnahmen auf das Ökosystem Wald, benachbarte Ökosysteme und die forst-/holzwirtschaftlichen Konsequenzen sind jedoch erst fragmentarisch belegt. Auch der ‚ökologische Ertrag‘ des ökologischen Waldumbaus in Richtung stark strukturierter naturnaher Mischbestände ist sowohl qualitativ wie auch quantitativ noch nicht hinreichend bekannt, um diesen abschließend zu beurteilen. Es gibt beispielsweise nur geringe Kenntnisse über die Strukturdiversifizierung von im Umbau befindlichen Altersklassenwäldern, ebenso zu den Auswirkungen auf Stoffhaushalt, Biodiversität und das Baumwachstum, um z.B. im Sinn einer Ökobilanz eine Bewertung vorzunehmen. In Anbetracht der Langfristigkeit des Unternehmens können die Kosten und die ökonomischen Aspekte des Waldumbaus bisher nur grob abgeschätzt werden.

Ökologischer Waldumbau wird derzeit bevorzugt im öffentlichen Wald umgesetzt und gründet auf der Annahme, dass so bewirtschaftete Wälder die vielfältigen Ansprüche der Multifunktionalität besser berücksichtigen. Die Umsetzung wird in unterschiedlichen Zeitrahmen und angepasst an die regionalen Besonderheiten vorangetrieben. Die wissenschaftliche Begleitung dieser Maßnahmen ist eine Chance, dem forstwirtschaftlichen Handeln eine fundierte Grundlage zu geben sowie auch das Wissen um Funktionen und Prozesskenntnisse in Ökosystemen zu erweitern. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat diese Problematik aufgegriffen und mit dem Förderschwerpunkt zur „Zukunftsorientierten Waldwirtschaft“ (1998-2003) eines der für die deutsche Forstwissenschaft bedeutendsten Forschungsprogramme in dieser Zeit initiiert (siehe Kapitel 2).

Literaturverzeichnis

- Ammer U, Detsch R, Hendricks K, Matthes U, Schulz U (1998) Naturverträgliche Nutzung des Waldes - Naturschutz in bewirtschafteten Wäldern; Umweltverträgliche Leistungen der Forstwirtschaft 27, Schriftenreihe Agrarspectrum, Verlagsunion Agrar, 99-120
- Anonymus (2000) AG Waldbau und Inventurmethode, Projektverbund „Südlicher Schwarzwald“, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA), 2000
- BMELF (2000a) Nationales Forstprogramm Deutschland. Ein gesellschaftlicher Dialog zur Förderung nachhaltiger Waldbewirtschaftung im Rahmen einer nachhaltigen Entwicklung 1999/2000, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.), S 71
- BMELF (2000b) Bundeswaldgesetz. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, S 32
- BML (1992) Bundeswaldinventur 1986-1990, Band 1, Inventurbericht und Übersichtstabellen für das Bundesgebiet nach dem Gebietsstand vor dem 3.10.1990 einschließlich Berlin (West), Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn (Hrsg.)
- Burschel P, Huss J (1997) Grundriss des Waldbaus. 2. neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Berlin Parey, S 487

- Carlowitz H C von (1713) *Sylvicultuae oeconomica* oder Anweisung zur wilden Baumzucht.
- Detsch R, Kölbel M, Schulz U (1994) Totholz – vielseitiger Lebensraum in naturnahen Wäldern; *Allgemeine Forstzeitschrift* 11:598-591
- Farell E P, Führer E, Ryan D, Andersson F, Hüttl R, Piussi P (2000) European forest ecosystems: building the future on the legacy of the past. *Forest Ecology and Management* 132: 5-20
- FVA (1993) *Der Wald in Baden-Württemberg. Im Spiegel der Bundeswaldinventur 1986-1990. Ergebnisse der Ersterhebung*, Forstliche Versuch- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (Hrsg.), Freiburg, S 180
- Gayer K (1886) *Der gemischte Wald*; Berlin, S 168
- Gemende A (2003) *Semantischer Vergleich ausgesuchter Waldbaubegriffe des deutschsprachigen Raumes. Diplomarbeit im Studiengang Forstwirtschaft, Fakultät Ressourcenmanagement, Fachhochschule Hildesheim/Holzminde/Göttingen*, S 104
- Griess O, Kurth H (1998) *Terminology of forest management planning (Forsteinrichtung). Terms and Definitions. IUFRO 04.04.07 SilvaPlan and SilvaVoc Vienna, IUFRO World Series Vol 9-de*, S 178
- Hasenauer H (2004) *Terms and definitions. In: Spiecker H, Hansen J, Klimo E, Skovsgaard JP, Sterba H, Teuffel von K (eds.). Norway Spruce Conversion: Options and Consequences. European Forest Institute, Research Report 18. S. Brill: Leiden, Boston, Köln, (in press)*
- Höltermann A, Oesten G (2001) *Forstliche Nachhaltigkeit. Ein forstwirtschaftliches Konzept als Vorbild für die Strategie der nachhaltigen Entwicklung? Landeszentrale für politische Bildung Baden-Württemberg (Hrsg.), Der Bürger im Staat, 51. Jahrgang, Heft 1: 39-45*
- Hornstein F von (1958) *Wald und Mensch. Theorie und Praxis der Waldgeschichte. 2. Auflage*, Otto Maier Verlag Ravensburg
- Kennedy JJ, Dombeck MP, Koch NE (1998) *Values beliefs and management of public forests in the Western world at the close of the twentieth century. UnASYVA 49: 5-20*
- Krott M (2000) *Interdisziplinarität in der Forstforschung. Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung, 172. Jg 2: 27-30*
- Küster H (2001) *Auch der Wald hat seine Geschichte. Landeszentrale für politische Bildung Baden-Württemberg (Hrsg.), Der Bürger im Staat, 51. Jahrgang, Heft 1:10-16*
- Leibundgut H (1978) *Über die Dynamik europäischer Urwälder. Allgemeine Forstzeitschrift 33: 686-690*
- Mantel K (1990) *Wald und Forst in der Geschichte. Ein Lehr- und Handbuch. Alfeld Verlag*
- MELF (1998) *Waldbaurahmenrichtlinie der Brandenburgischen Landesforstverwaltung. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Brandenburg (Hrsg.), S 36*
- Ministerial Conferences on the Protection of Forests in Europe in Helsinki (1993) *Follow-up Reports Volume I +II Sustainable Forest Management in Europe - Special Report on the Follow-up on the implementation of Resolutions H1 and H2 of the Helsinki Ministerial Conference, Resolution H1, Topic D*
- ML (1992) *Niedersächsisches Programm zur langfristigen ökologischen Waldentwicklung in den Landesforsten. Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.), 2. Auflage, Broschüre, S 49*

- MLR (1999) Richtlinie landesweiter Waldentwicklungstypen. Ministerium für Ernährung und ländlichen Raum Baden-Württemberg (Hrsg.), Broschüre, S 54
- MLR (1994) Wald, Ökologie und Naturschutz – Leistungsbilanz und Ökologieprogramm der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Baden-Württemberg (Hrsg.), MLR-50-94, Druckhaus Schwaben GmbH, Heilbronn, S 128
- MU (1993) Ziele und Grundsätze einer ökologischen Waldentwicklung in Rheinland-Pfalz. Aktuelle waldbauliche Richtlinien und Hinweise; Ministerium für Umwelt des Landes Rheinland-Pfalz (Hrsg.), Nr. 1/93, S 8
- MUNF (1999) Richtlinie für die naturnahe Waldentwicklung in den schleswig-holsteinischen Landsforsten. Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.), Broschüre, S 26
- MURL (1994) Wald 2000. Gesamtkonzept für eine ökologische Bewirtschaftung des Staatswaldes in Nordrhein-Westfalen. Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). Broschüre, S 35
- Nabuurs GJ (2001) European forestry in the 21th century: impacts of nature-oriented forest management assessed with a large-scale-scenario model, Chap 1, Alterra scientific contributions 2, Alterra green World Research, Wageningen: 11-31
- Neumann M (2000) Waldbaukonzepte der Bundesländer und ihre Aussagen zum Technikeinsatz bei Maßnahmen, Diplomarbeit Universität Göttingen
- Otto H-J (1990) Die forstlichen Entwicklungen und Ziele einer naturnahen Waldpflege; AFZ 28-29: 723-726
- Otto H-J (1991) Forstökologie, Waldbau und Naturschutz; AFZ 1: 9-14
- Otto H-J (1994) Waldökologie UTB Ulmer Verlag, Stuttgart, S 391
- Pelkonen P, Pitkänene A, Schmidt P, Oesten G, Piussi P, Rojas E (eds.) (1999) Forestry in changing societies in Europe. Vol 1 & 2, Univ of Joensuu Press, Joensuu 82
- Richter J (2002) Wie naturnah kann Mitteleuropäische Forstwirtschaft sein? Heft 12 der Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen
- Roscher M, Weber N (2003) Nationale und Regionale Waldprogramme. Forst und Holz, 11: 319-321
- Rosin A (2000) Aktuelle Waldbaukonzepte Deutschlands im Vergleich untereinander sowie International. Diplomarbeit. Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen. Abteilung I: Waldbau der gemäßigten Zonen und Waldökologie. S 125
- Schmidt UE (2001) Waldfrevl contra staatliche Interessen. Landeszentrale für politische Bildung Baden-Württemberg (Hrsg.), Der Bürger im Staat, 51. Jahrgang, Heft 1:17-23
- Schmidt UE (2003) Der Wald in Deutschland im 18. und 19. Jahrhundert. Conte Forst
- Schmidt UE (1994) Die Waldflächenentwicklung in Deutschland seit Ende des 18.Jahrhunderts, Forst und Holz, 49. Jahrgang, Heft 10, Alfeld
- Schraml U, Winkler G (1999) Germany. In: Pelkonen P, Pitkänene A, Schmidt P, Oesten G, Piussi P, Rojas E (eds.). Forestry in changing societies in Europe. Part II SILVA Network. University Press, Joensuu, Finland: 115-138
- Schriewer K (2001) Waldbewusstsein und Waldnutzung: eine ökologische Wende. Landeszentrale für politische Bildung Baden-Württemberg (Hrsg.), Der Bürger im Staat, 51. Jahrgang, Heft 1:24-29
- Schütz JP (2001) Der Plenterwald. Und weitere Formen strukturierter und gemischter Wälder, Verlag Parey, Berlin

- SMUL (1999) Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft über die Waldbaugrundsätze für den Staatswald des Freistaates Sachsen (Landeswald). VvV Waldbaugrundsätze vom 01.01.1999, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Hrsg.), S 60
- StMLF (2001) Waldbaugrundsätze für den bayerischen Staatswald. Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.), S 6
- Thomasius H (1996) Geschichte, Anliegen und Wege des Waldumbaus in Sachsen. In: Sächsische Landesanstalt für Forsten (Hrsg.). Waldumbau. Beiträge zum Kolloquium. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Forsten: 11-52
- TMNLF (1993) Waldbaurichtlinie der Thüringer Landesforstverwaltung. Grundsatzterlass Nr. 6/1993. Thüringer Ministerium für Landwirtschaft und Forsten, S 27
- Weidenbach P (2001) Waldbauliche Ziele im Wandel. Wirtschaftliche, soziale und kulturelle Rahmenbedingungen der Waldentwicklung seit 1800. Landeszentrale für politische Bildung Baden-Württemberg (Hrsg.), Der Bürger im Staat, 51. Jahrgang, Heft 1:30-38
- Zimmermann W, Mauderli U (2001) National Forest Programms in European Countries. COST E-19 Action, Brüssel Forstprogramm

2 Forschung für eine zukunftsorientierte Waldwirtschaft

M. Baumgarten, K. von Teuffel

2.1 Forschungsschwerpunkt - ökologischer Waldumbau

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat im Jahr 1998 im Rahmen des Forschungsprogramms der Bundesregierung „Forschung für die Umwelt“ den interdisziplinären BMBF-Förderschwerpunkt „Zukunftsorientierte Waldwirtschaft“ durch öffentliche Ausschreibung im Bundesanzeiger vom 10.06.1998 initiiert. In diesem wurden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu verschiedenen Aspekten des naturnahen Waldbaus in Wirtschaftswäldern bearbeitet. Kernthema hierbei waren Fragen zur Realisierung eines ökologischen Waldumbaus in Deutschland sowie die mit den Maßnahmen einhergehenden Folgen. Ziel der Förderung des BMBF war die Schaffung wissenschaftlicher Grundlagen für eine nachhaltige, naturnahe, ressourcenschonende Waldbewirtschaftung unter Einbezug technischer, ökonomischer und sozialer Aspekte.

Für eine umfassende Bewertung des Forschungsansatzes wurden fünf Forschungsregionen in Waldlandschaften mit flächenmäßig bedeutsamen, repräsentativen Waldökosystemen Deutschlands eingerichtet: „Nordostdeutsches Tiefland“ (Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern), „Erzgebirge und Sächsisches Tiefland“ (Sachsen), „Nationalparke Bayerischer Wald und Berchtesgaden“ sowie „Mittelschwaben“ (Bayern), „Südlicher Schwarzwald“ (Baden-Württemberg); „Solling“ (Niedersachsen).

Unter Berücksichtigung der regionalen Unterschiede und Besonderheiten wurden die Möglichkeiten und Konsequenzen für eine naturnahe, nachhaltige, multifunktionale Waldnutzung analysiert. Nach Feststellung der ökologischen Erfordernisse wurden die Auswirkungen naturnaher Waldwirtschaftsformen auf die verschiedenen Schutzfunktionen, die Nutz- wie auch der Gesellschaftsfunktion des Waldes wissenschaftlich untersucht.

Die Forschungsfragen in den Forschungsregionen wurden jeweils den spezifischen regionalen Gegebenheiten und Problemlagen angepasst. Erhöhte Stickstoffeinträge in die Wälder über die Atmosphäre, die Emission klimarelevanter Spurengase aus Wäldern, die Instabilität von naturfernen Waldbeständen gegenüber biotischen und abiotischen Einflüssen sowie die Störung des natürlichen

Arteninventars gelten als gemeinsame Rahmenbedingungen für größtenteils alle Forschungsregionen. Ebenso behandelt werden Fragen zur Realisierung der Umsetzung des Waldumbaus (biologische Automation, Organisation, Technologie) und die ökonomischen Auswirkungen auf die Forstbetriebe sowie die sozialen Auswirkungen auf unterschiedliche gesellschaftliche Gruppen (Privatwaldbesitzer, forstliche Unternehmer, Konsumenten, Tourismus, u.a.).

Das Konzept dieses gemeinsamen Forschungsverbundes, unter Beachtung regionaler Besonderheiten, ist bisher einzigartig in Deutschland. Grundlagenforschung und anwendungsorientierte Forschung waren eng verknüpft, eine praxisorientierte Ausrichtung der Forschung ist durch die Einbindung von Vertretern der Landesforstverwaltungen gewährleistet.

Der Förderschwerpunkt stand im Kontext mit einer Reihe internationaler Programme und erweist sich heute zugleich als nationale Vorleistung und Plattform für das 6. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union v.a. im Forschungsbereich Nachhaltige Entwicklung, Globale Veränderungen und Ökosysteme (Amtsblatt der EU am 29.08.2002). In diesem Programm werden Forschungsanstrengungen für nötig erachtet, die dem Schutz der biologischen Vielfalt und dem Erhalt der Ökosysteme dienen und Beiträge zur nachhaltigen Bewirtschaftung von Land- und Meeresressourcen leisten. Dabei kommt der Entwicklung von Strategien für eine integrierte, nachhaltige Nutzung land- und forstwirtschaftlicher Ökosysteme einschließlich der Instrumente und Bewertungsmethoden für nachhaltiges Wirtschaften besondere Bedeutung zu – dies war auch das Ziel des Förderschwerpunkts „Zukunftsorientierte Waldwirtschaft“ (Anonymus 2002).

2.2 Der Projektverbund „Südlicher Schwarzwald“ - Möglichkeiten und Konsequenzen bei der Realisierung des ökologischen Waldumbaus am Beispiel des „Südlichen Schwarzwaldes“

Im Projektverbund „Südlicher Schwarzwald“ (Baden-Württemberg) wurden im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunkts „Zukunftsorientierte Waldwirtschaft“ seit Anfang 1999 bis März 2004 die Möglichkeiten und Konsequenzen des ökologischen Waldumbaus in der Forschungsregion „Südlicher Schwarzwald“ untersucht. Die Forschungen begleiten einen auf großer Fläche initiierten Prozess der allmählichen Umstrukturierung gleichaltriger und einschichtiger, fichtendominierter Wälder in ungleichaltrige und mehrschichtige Dauermischwälder mit naturnaher Baumartenzusammensetzung (Fichte, Tanne, Buche). Das bevorzugte Verfahren zur Walderneuerung ist im Wesentlichen der ökologische Waldumbau, bei welchem Umbau und Überführung (s. Kapitel 1.2.2) mit einem möglichst hohen Anteil an Naturverjüngung eingesetzt werden.

Ziel des Verbunds war es, die Auswirkungen verschiedener waldbaulicher Strategien des Waldumbaus auf relevanten Flächen im „Südlichen Schwarzwald“ auf das Ökosystem Wald und benachbarte Ökosysteme, auf Stoffhaushalt, Artenzusammensetzung und Biodiversität wie auch auf betrieblicher Ebene zu erforschen.

2.2.1 Charakterisierung der Forschungsregion „Südlicher Schwarzwald“

Die historische und gesellschaftliche Entwicklung der letzten Jahrhunderte sowie die Umweltveränderungen in jüngster Zeit (Klima, Stoffeinträge, Luftschadstoffe) prägen das Waldbild und die Waldentwicklung des Schwarzwaldes entscheidend (Küster 2001; Schmidt 2003). Eine detaillierte Beschreibung der Wald- und Forstgeschichte des Schwarzwaldes findet sich bei Reinholz und Ludemann in Kapitel 5.

2.2.1.1 Das Wuchsgebiet Schwarzwald

Das Wuchsgebiet Schwarzwald (WG3) ist nach dem Neckarland das zweitgrößte Wuchsgebiet in Baden-Württemberg und hat mit einer Wirtschaftswaldfläche von ca. 380.000 ha (29% des Gesamtwaldes von Baden-Württemberg) den größten Waldflächenanteil. Der überwiegende Teil dieser Waldfläche wird als Altersklassenwald bewirtschaftet. Bei ca. der Hälfte des Wirtschaftswaldes handelt es sich um Mischbestände (mit über 30% Beimischung), je ca. ein Viertel sind Reinbestände mit oder ohne Beimischung (MLR 2002).

Der Schwarzwald lässt sich geologisch-klimatisch in eine steile, atlantisch getönte Westseite und eine flache "kontinentalere" Ostabdachung sowie von den vorkommenden Gesteinen her in den „Buntsandsteinschwarzwald“ (Norden und Osten) und den „Urgesteinsschwarzwald“ (Granit/Gneis im Süden und Westen) unterteilen. Das Wuchsgebiet ist überwiegend vertikal-zonal gegliedert. Die vorkommenden Zonalwälder sind von Westen nach Osten: Submontaner Buchen-Eichen-Tannen-Wald (ca. 400-650 m ü. NN), Montaner Buchen-Tannen-Wald, z.T. örtlich mit Fichte bzw. mit Kiefer (ca. 650-900 m ü. NN), Montaner Tannen-Buchen-Wald (örtlich) mit Fichte, Hochmontaner Buchen-Tannen/Tannen-Fichten-Buchen-Wald (ca. > 900m ü. NN) (Hübner u. Mühlhäußer 1987).

2.2.1.2 Die Forschungsregion „Südlicher Schwarzwald“

Die Forschungsregion des Projektverbundes „Südlicher Schwarzwald“ liegt größtenteils innerhalb der Grenzen des Naturparks Südschwarzwald (Abbildung 2.1). Die Kern- und Zusatzforschungsflächen der verschiedenen Projekte wurden, je nach Fragestellung, im punktuellen und flächigen, z.T. im regionalen Maßstab untersucht. Innerhalb des Wuchsgebietes (WG) Schwarzwald und Baar-Wutach wurden unterschiedliche Einzelwuchsbezirke (EWB) in die Untersuchungen einbezogen (Abbildung 2.2). Die Forschung in den Einzelwuchsbezirken (EWB 3.03, 3.09, 3.10-3.14 und 5.01-5.04) decken die meisten für die Walderneuerung in Frage kommenden, wesentlichen Klimastufen sowie Regional- und Zonalwälder ab: submontaner Buchen Eichen-(Tannen)-Wald, montaner Buche-Tannen bzw. Tannen-Buchen-Wald, z.T. örtlich mit Fichte, montaner Tannen-Fichten-Kiefern-Wald mit Buche (Schlenker 1987; FVA 1997; Aldinger et al. 1998).

Höhenlage, Ausgangsgestein, Boden, natürliche Waldgesellschaften

Die Wälder im Projektverbund „Südlicher Schwarzwald“ liegen vorwiegend in der montanen Höhenstufe, mit unterschiedlichen Hangneigungen und Expositionen (EWB s. oben). Als geologisches Ausgangsgestein finden sich vorwiegend verschiedene Granite, Gneise und Buntsandstein, was je nach Lage und Klima zu unterschiedlichen Standortsverhältnissen führt. Typisch für die natürliche Baumartenausstattung des Gebietes sind bodensaure artenarme Buchen(misch)wälder mit mittlerer bis geringer Nährstoffversorgung auf meist frischen bis mäßig trockenen Standorten. Mischbaumarten in den Bergregionen sind vorwiegend Tanne und Fichte. In der montan-hochmontanen Stufe ist der Übergang von Buchen-Tannen(misch)wäldern zu basenarmen Tannen-Fichtenwäldern fließend. Je ungünstiger die Standortsbedingungen aus klimatischen und edaphischen Gründen für die Buchen werden, desto stärker nimmt die Vorherrschaft der Tanne zu. Aufgrund der bisherigen Bevorzugung der Fichte werden Tannemischwaldstandorte heute oft von Fichtenwäldern eingenommen (Schmidt 1995).

Die Heterogenität der Wuchsbezirke macht eine Untergliederung in einen West- und Südteil und einen Ost- bzw. Südostteil sinnvoll (kolline bis hochmontane Höhestufe, Einzelwuchsbezirk z.T. 3/03, z.T. 3/09, 3/10, 3/11, 3/12, und montan bis hochmontan, Einzelwuchsbezirk z.T. 3/09, 3/13 bzw. 3/14; Abbildung 2.2) (Hübner u. Mühlhäußer 1987; Schlenker u. Müller 1978). Das im weiter östlich gelegenen WG Baar-Wutach befindliche EWG 5/01 umfasst die kühl-kontinentale, montane Höhenstufe mit montanem Tannen-Fichten-Kiefern-Wald mit nur vereinzelt Buchen als Regionalwald auf sehr nährstoffarmen, oft vernässenden Böden des Buntsandsteins. Im nährstoffreicheren und weniger zur Vernässung neigenden EWB 5/02 sowie im für die Buche klimatisch günstigeren EWB 5/03 nimmt die natürliche Konkurrenzstärke der Buche zu, natürliche Fichtenvorkommen beschränken sich größtenteils auf wenige Moorwälder (sub-borealer Tannen-Buchen-Wald örtlich mit Fichte). Der EWB 5/04 dagegen ist wärme-klimatisch begünstigt und fördert das Laubbaumwachstum mit dominierender Buche (kolliner und submontaner Buchen-Eichen-Wald und mit Tanne). Mit Höhenunterschieden zwischen 300 und 1500 m ü. NN am Feldberg weist der westliche Teil des südlichen Schwarzwalds die ausgeprägteste Höhendifferenz in Baden-Württemberg auf, wobei die Landschaft stark gegliedert ist mit steilen Hängen, verebneten Hochlagen und wenigen vermoorten Standorten (Aldinger et al. 1998). Nach Osten und Süden erstreckt sich ein Flachrelief mit wenig ausgeprägten Muldentälern und Hochflächen. Zum Teil zeigt die flachkuppige Landschaft häufiger Oberbodenversauerung als der westliche Teil. (Aldinger et al. 1998). Gneise und Granite dominieren im Westen, die Bodenbildung erfolgt größtenteils auf periglazialen z.T. auch glazialen (Hang-)Schuttdecken. Im Ostteil kommen zusätzlich als Ausgangsmaterial noch eiszeitlicher Schotter und Buntsandstein hinzu. Moorböden und staunässegeprägte Kristallin-Standorte nehmen größere Flächen ein. Die Bodenbildung reicht von Podsolen, über Braunerde bis zu Pseudo- und Stagnogleyen (Aldinger et al. 1998).

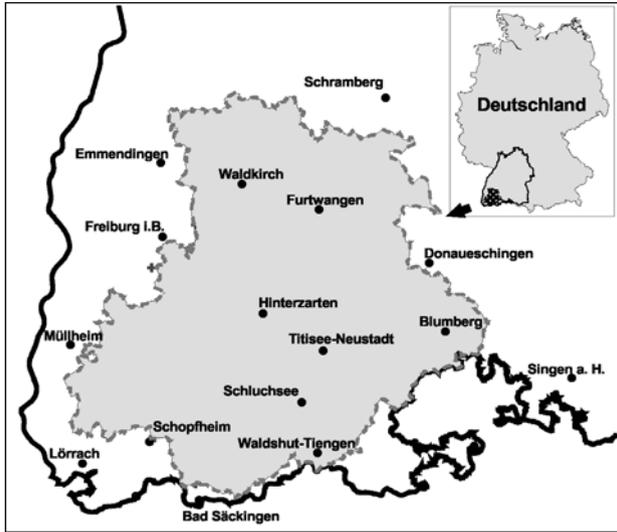


Abbildung 2.1: Forschungsregion im Projektverbund „Südlicher Schwarzwald“ (Baden-Württemberg); schattierter Bereich: Forschungsregion innerhalb der Naturparkgrenze Süd-schwarzwald (mit Kern-/Zusatzflächen, punktuelle, flächige, z.T. regionale Untersuchungen innerhalb der Forschungsprojekte)

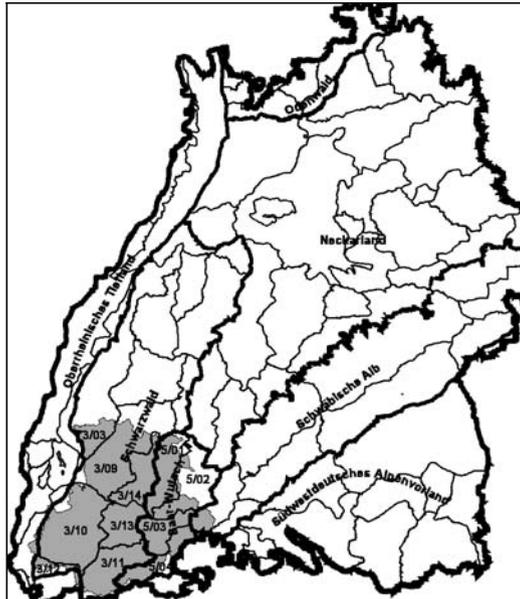


Abbildung 2.2: In die Forschungsregion des Projektverbunds „Südlicher Schwarzwald“ einbezogene Einzelwuchsbezirke (EWB) gemäß der standortkundlichen regionalen Gliederung Baden-Württembergs; verändert nach FVA (1997)

Insgesamt herrschen im Westen der Forschungsregion Buchen-Tannenwälder vor (v.a. Galio- und Luzulo-Fageten), im Osten sind Tannenmisch- und Fichtenwälder typisch (v.a. Luzulo- und Vaccinio-Abieteten, Bazzanio-Piceetum). Aktuell finden sich im westlichen Teil Buchen-Fichten-Mischwälder mit wechselnden Fichtenanteilen, im östlichen Teil dominiert derzeit noch die früher stark geförderte Fichte. Der Tannenanteil ist mit ca. 14% im südlichen Schwarzwald insgesamt vergleichsweise hoch (MLR 2002).

Regionenspezifische Besonderheiten

Der südliche Schwarzwald ist weithin, vor allem in den montanen Lagen, geprägt durch atmosphärische Stickstoff- und Säureeinträge und z.T. durch sehr starke Hangneigung und Erosionsgefährdung. Es besteht eine erhöhte Gefahr der Auswaschung von Nährstoffen, was bei Kahlschlägen zu einer Verringerung der Bodenfruchtbarkeit und zur Beeinflussung von benachbarten Ökosystemen (z.B. Hydrosphäre) führen kann. In z.T. naturfernen Fichtenbeständen besteht, wie schon die Vergangenheit gezeigt hat, eine hohe Sturmwurf- und Schneebruchgefahr ebenso wie ein erhöhtes Risiko gegenüber Schädlings- oder Krankheitsbefall, insbesondere auf labilen Standorten. Die Etablierung von Naturverjüngung bei der Überführung in dauerwaldartige Bestände ist essentiell für den erfolgreichen ökologischen Waldumbau. Die technische Realisierung des ökologischen Waldumbaus und dessen Pfleglichkeit für Wald und Umwelt muss in der heterogenen Region des südlichen Schwarzwalds besonders berücksichtigt werden. Über die ökonomischen Bedingungen und die zeitliche Dimensionierung des Waldumbaus von Altersklassenwäldern in Dauerwälder bestehen noch zahlreiche Wissenslücken. Ebenso müssen die besonderen Waldbesitzverhältnisse, geprägt durch einen hohen Anteil an Kleinprivatwald, beachtet und Konzepte für deren Einbeziehung in den ökologischen Waldumbau ausgearbeitet werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine ausgeprägte höhenzonale standörtliche Gliederung bei einer überdurchschnittlich hohen Standortdiversität kennzeichnend für die Forschungsregion des Projektverbundes „Südlicher Schwarzwald“ ist. Charakteristisch für das Gebiet ist der naturnahe Bergmischwald aus Buche, Tanne und Fichte, der jedoch in seiner Zusammensetzung durch vielfältige heterogene geologische und klimatische Faktoren sowie die speziellen Eigentumsverhältnisse (Brandl 2001) geprägt ist. Daraus ergibt sich eine große Bandbreite für die Rahmenbedingungen eines ökologischen Waldumbaus.

Die Forschungsregion stellt somit auf relativ kleiner Fläche ein repräsentatives Gebiet für die Untersuchung von Fragen zur Walderneuerung und deren Auswirkungen dar.

2.2.2 Forschungsaufgaben und Fragestellungen

Die Forschungsaufgaben und Fragestellungen im Projektverbund „Südlicher Schwarzwald“ betreffen die Möglichkeiten und Handlungsalternativen, die in der Forschungsregion unter Berücksichtigung des Standortes und der waldbaulichen Ausgangslage für den „ökologischen Waldumbau“ bestehen. Gleichzeitig werden