

# Inhaltsverzeichnis

<b>Danksagung.....</b>	<b>V</b>
<b>Einführung.....</b>	<b>VII</b>
<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>IX</b>
<b>1 Nachhaltige Waldwirtschaft in Deutschland .....</b>	<b>1</b>
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
<b>2 Forschung für eine zukunftsorientierte Waldwirtschaft.....</b>	<b>11</b>
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
<b>3 Umbaubedarf in Fichtenwäldern Baden-Württembergs .....</b>	<b>25</b>
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 Umbaubedarfs 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 Umbaubedarfs .....	32
3.3 Methodik zur Feststellung des potentiellen Umbaubedarfs .....	33
3.3.1 Kriterien für einen potentiellen Waldumbau .....	33
3.3.2 Datengrundlage und Auswertungsmethodik .....	36
3.4 Ergebnisse .....	38
3.4.1 Umbaubedarf 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
 <b>4 Der Zusammenhang zwischen Wuchsleistung und Standort bei Fichte, Tanne und Buche auf den wichtigsten Standortseinheiten des Südschwarzwaldes .....</b>	<b>59</b>
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
 <b>5 Ökologische und landschaftliche Aspekte - Standort, Geschichte, Vegetation, Verjüngungsstruktur, Bodenfauna, Genetik .....</b>	<b>85</b>
5.1 Einführung .....	85
5.2 Untersuchungsgebiet und Projektdesign .....	86
5.2.1 Untersuchungsgebiet - Lage, Standorte, Waldvegetation .....	86
5.2.1.1 Wuchsbedingungen, Standortsgliederung .....	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 Vermehr- ungsgut 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

<b>6</b>	<b>Waldumbau und Stoffhaushalt .....</b>	<b>151</b>
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 Standortsnachhaltigkeit 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
<b>7</b>	<b>Waldwachstumskundliche Aspekte des Waldumbaus .....</b>	<b>215</b>
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 Überführungs- vorhaben.....	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 Schaftform.....	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
<b>8</b>	<b>Finanzielle Konsequenzen des Waldumbaus und Methoden der Risikoprognose anhand von Fallbeispielen – Einführung.....</b>	<b>247</b>
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 Wald- umbaus 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
<b>9</b>	<b>Aspekte der Holznutzung und der Technikfolgenabschätzung beim Waldumbau im südlichen Schwarzwald.....</b>	<b>301</b>
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 „Kontaktflächendrücke“ .....	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 Bestandespfleglichkeit 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

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



Waldumbau

für eine zukunftsorientierte Waldwirtschaft

Teuffel, K.; Baumgarten, M.; Hanewinkel, M.; Konold, W.;

Sauter, U.H.; Spiecker, H.; von Wilpert, K. (Hrsg.)

2005, XVI, 422 S. 118 Abb., Hardcover

ISBN: 978-3-540-23980-2