

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	VIII
Tabellenverzeichnis.....	XI
Sigelnverzeichnis.....	XIII
Ein Vorwort.....	XIV
<b>1. Einleitendes</b> .....	<b>1</b>
1.1. Fragestellung und Zielsetzung.....	1
1.2. Naturverjüngung - ein komplexes Phänomen.....	2
1.2.1. Exkurs 1: Die zeitliche Variation der Naturverjüngung.....	3
1.2.2. Exkurs 2. Die räumliche und konkurrenzbedingte Variation der Naturverjüngung.....	6
1.2.3. Wichtige Parameter für das Wachstum und die Etablierung der Naturverjüngung.....	8
1.3. Taxonomie der Douglasie - Anbau und Naturverjüngung in Europa.....	9
1.3.1. Taxonomie von Gattung und Art.....	9
1.3.2. Die Douglasie in Nordamerika.....	11
1.3.3. Einführung und Anbau der Douglasie in Europa bzw. Deutschland... ..	11
1.3.4. Stand des Wissens um die Naturverjüngung in Deutschland.....	12
1.3.5. Aktualität der Thematik.....	14
1.4. Untersuchungsgebiet Schwarzwald.....	15
1.4.1. Eignung des Landschaftsraumes Schwarzwald, Wahl des Untersuchungszeitpunktes.....	15
1.4.2. Abgrenzung des Untersuchungsgebietes und dessen Lage im Raum... ..	19
1.4.3. Geologie und Geomorphologie.....	19
1.4.4. Böden.....	23
1.4.5. Klima.....	24
<b>2. Zustandserfassung</b> .....	<b>26</b>
2.1. Provenienzen als Unterscheidungsmerkmal.....	26
2.2. Untersuchungsgebietsauswahl.....	27
2.2.1. Räumlicher Gültigkeitsbereich/Bezugsrahmen der Untersuchung.....	27
2.2.2. Nachvollziehbarkeit der Flächenauswahl.....	27
2.2.3. Gezielte Erhebung besonderer Standorte innerhalb des Landschaftsraumes.....	28
2.3. Inventur.....	28
2.3.1. Exkurs: Stichprobentheorie und Inventur auf Stichprobenbasis.....	28
2.3.2. Überblick über die angewandte Inventurmethodik.....	32
2.3.3. Exkurs: Mögliche Auswahlverfahren von Teilgebieten innerhalb eines Landschaftsraumes.....	33
2.3.3.1. Auswahl der Flächen in einem repräsentativen Teilgebiet eines Landschaftsraumes.....	35
2.3.3.2. Auswahl von mehreren Teilausschnitten innerhalb eines Landschaftsraumes.....	36
2.3.4. Bestandesauswahl.....	37
2.3.5. Auswahl des Stichprobenpunktes im Bestand.....	38
2.3.6. Vorgehen am Satelliten-Stichprobenpunkt.....	38
2.3.6.1. Aufnahmeverfahren unter Douglassienschild.....	38

2.3.6.2. Zur Lage der Probestellen in umgebenden Beständen .....	40
2.3.7. Stichprobenumfang und -verteilung .....	40
2.4. Parameter .....	42
2.4.1. Reduktion der potentiell möglichen Parameterzahl .....	42
2.4.2. Geländedaten .....	44
2.4.3. Daten aus Sekundärquellen .....	52
2.4.4. Berechnung, computergestützte Erfassung und computergenerierte Daten .....	54
2.5. Auswertungsmethodik .....	59
2.5.1. Zum Umfang und Art der Darstellung .....	59
2.5.2. Transformation und Klassifikation .....	59
2.5.2.1. Transformationen .....	59
2.5.2.2. Vegetationsbezogene Transformationen .....	60
2.5.2.3. Klassifizierung stetiger und quasistetiger Daten .....	61
2.5.3. Univariate deskriptive Methoden .....	62
2.5.3.1. Zusammenhangsmaße .....	62
2.5.3.2. Regression .....	64
2.5.3.3. Glättungs-Splines .....	64
2.5.4. Multiple und multivariate Auswertungsmodelle .....	65
2.5.4.1. Kovarianzanalyse .....	65
2.5.4.2. Korrespondenzanalyse .....	68
2.5.5. Inferenzstatistische Verfahren .....	72
2.5.5.1. Verteilungstest .....	72
2.5.5.2. Rangdatentests .....	73
2.5.5.3. Konfidenzintervalle .....	74
2.5.6. Software zur Datenhaltung und -auswertung .....	74
3. Umweltvariablen .....	75
3.1. Zusammenhänge zwischen den Umweltvariablen .....	75
3.2. Zusammenhang zwischen verschiedenen Maßen zur Strahlungsab- schätzung .....	79
3.3. Wahl des Berechnungsverfahrens für mittlere Zeigerwerte .....	81
3.4. Transformation der Häufigkeitswerte der Douglasienverjüngung .....	83
4. Der Einfluß von Umweltvariablen auf die Ökologie der Douglasie im Schwarzwald .....	84
4.1. Hinführung .....	84
4.2. Autökologie: Zusammenhang von Douglasienverjüngung und Umwelt- variablen .....	84
4.2.1. Stetige Umweltvariablen .....	84
4.2.2. Diskrete Umweltvariablen .....	94
4.2.3. Die Ergebnisse der Rangvarianzanalysen der Umweltvariablen .....	106
4.3. Keimungsvoraussetzungen der Douglasien .....	107
4.3.1. Die Einflußfaktoren der Keimung: Hinführung .....	107
4.3.2. Förna und Keimung .....	108
4.3.2.1. Förnatyp und Keimung .....	108
4.3.2.2. Förnamächtigkeit und Keimung .....	111
4.3.3. Mikrostandorte und Keimung .....	113
4.3.4. Exkurs: Der Mikrostandort 'Schuttschutzfläche' .....	118

4.3.5. Die Bedeutung der Mikrostandorte bei veränderlichen Umweltparametern.....	119
4.3.5.1. Anteile der Mikrostandorte bei veränderlicher mittlerer Reaktionszahl .....	120
4.3.5.2. Anteile der Mikrostandorte bei veränderlicher mittlerer Feuchtezahl .....	121
4.3.5.3. Anteile der Mikrostandorte bei veränderlicher Krautschichtdeckung .....	123
4.4. Die Demökologie der Douglasienverjüngung: Multiple Analyse .....	124
4.4.1. Annahmen und Modellbildung.....	124
4.4.2. Sättigte Modelle .....	125
4.4.3. Spezifische Modelle .....	129
4.4.4. Vergleich der Modelltypen .....	132
4.5. Die Bedeutung unterschiedlichen Strahlungsanteile für die Verjüngung ..	134
4.6. 'Überlebenswahrscheinlichkeiten', eine Art spezieller Lebensstadien .....	136
4.6.1. Lebensstadien: Terminologie und Darstellung .....	136
4.6.2. Übergänge zwischen den einzelnen Verjüngungsklassen .....	137
4.6.3. Intraspezifische Konkurrenz .....	144
4.7. Konkurrenz zwischen der Verjüngung verschiedener Baumarten .....	146
4.7.1. Konkurrenz und Wuchsüberlegenheit .....	146
4.7.2. Fichtenverjüngung als Konkurrenz .....	148
4.7.3. Tannenverjüngung als Konkurrenz .....	150
4.7.4. Buchenverjüngung als Konkurrenz .....	151
4.7.5. Eichenverjüngung als Konkurrenz .....	152
4.7.6. Bergahornverjüngung als Konkurrenz .....	154
4.7.7. Eschenverjüngung als Konkurrenz.....	155
4.7.8. Vogelbeerenverjüngung als Konkurrenz .....	156
4.7.9. Die Konkurrenzsituation in der Naturverjüngung im Überblick.....	158
5. Ein Modell zur Naturverjüngung der Douglasie auf der Basis eigener Befunde und eine ergänzende Literaturanalyse .....	159
5.1. Prozeßorientiertes Modell des Verjüngungsablaufes .....	159
5.2. Phasen des Verjüngungsablaufes .....	162
5.2.1. Samenkeimung und Keimlinge.....	162
5.2.2. Verholzte Verjüngung.....	165
5.2.3. Etablierte Verjüngung .....	167
5.2.4. Gesicherte Verjüngung.....	169
5.3. Konkurrenz mit der Verjüngung anderer Baumarten .....	172
5.4. Die Überlebenswahrscheinlichkeiten zwischen den Verjüngungsklassen ..	175
5.5. Bedeutung einzelner Umweltfaktoren in der Literatur .....	176
5.5.1. Zur Problematik eines Literaturvergleiches .....	176
5.5.2. Einflüsse verschiedener Standortparameter .....	176
5.5.3. Die Bedeutung des Strahlungsangebotes für Photosynthese und morphogenese der Douglasie.....	180
5.5.4. Beispiele für nicht untersuchte, aber potentiell modifizierend wirkende Umweltfaktoren .....	182
6 Kritische Würdigung der verwendeten Methodik des ökologischen Grundlagenbaues .....	184

6.1. Inventur .....	184
6.2. Parameter .....	188
6.2.1. Exkurs: Zeigerwerte nach Ellenberg .....	188
6.2.1.1. Grundlegende Probleme .....	188
6.2.1.2. Probleme hinsichtlich der zulässigen mathematischen Operationen .....	189
6.2.1.3. Spezifisches Problem: Wälder .....	191
6.2.1.4. Fazit: Verwendung der Zeigerwerte .....	192
6.2.2. Sonstige Parameter .....	192
6.2.2.1. Vollständigkeit und Veränderung einzelner Parameter während der Inventur .....	192
6.2.2.2. Kritische Würdigung einzelner Parameter .....	193
6.2.2.3. Fazit: Parameterwahl .....	196
6.3. Auswertungsmethodik .....	197
6.4. Wie kommt es zu der großen Varianz im Datensatz - oder wie valide ist das Modell ? .....	200
6.5. Zur Eignung der Ergebnisse für eine Modelldarstellung .....	202
7. Spezielle Aspekte der Douglassien-Naturverjüngung .....	203
7.1. Die Verjüngung der Douglasie in angrenzenden Beständen .....	203
7.1.1. Die Douglassienverjüngung als Gesamtes .....	203
7.1.2. Douglassienverjüngung in Abhängigkeit ihres Alters .....	206
7.1.2.1. Angrenzende Bestände auf Gneis .....	206
7.1.2.2. Angrenzende Bestandestypen auf basenarmen Ausgangsgesteinen .....	209
7.2. Die Verjüngung auf flächenbezogen seltenen Standorten .....	212
7.2.1. Verjüngung auf naturnahen (Wald-) Standorten .....	212
7.2.1.1. Besiedlungsfrequenz .....	212
7.2.1.2. Fähigkeit zur dauerhaften Etablierung .....	213
7.2.1.3. Mögliche Dichtegrenzwerte .....	215
7.2.2. Interpretation .....	216
7.2.3. Douglassienverjüngung an anthropogenen Hanganschnitten (Waldwegebau) .....	219
7.3. Die krautige Vegetation und die Douglassienverjüngung .....	221
7.3.1. Die Veränderung der Krautschicht in verschiedenen Bestandestypen bei veränderlichen standörtlichen Bedingungen auf Flächen im Gneis (Klassifikation) .....	221
7.3.2. Die Stetigkeit der Douglasie in der Krautschicht .....	226
8. Bewertung der Douglassien-Naturverjüngung anhand naturschutzfachlicher Aspekte .....	230
8.1. Zum Status der Douglasie .....	230
8.1.1. Terminologischer Exkurs: Zur Nomenklatur nichtheimischer Pflanzenarten .....	230
8.1.2. Die Wahl geeigneter Standorte für die Agriophytiebestimmung .....	230
8.1.3. Fruktifikation .....	231
8.1.4. Zuordnung der Douglasie .....	232
8.2. Bewertung der Douglassienverjüngung auf Sonderstandorten .....	233

8.2.1. Von der Verjüngungsökologie der Douglasie zu der naturschutz- fachlichen Bewertung – eine kurze methodische Einführung in das verwendete Bewertungsverfahren.....	233
8.2.2. Douglasienanbau und Naturschutz.....	239
8.2.3. Wertigkeit der Biotope.....	239
8.2.3.1. Legale Schutzkriterien.....	239
8.2.3.2. Flora und Fauna der Biotope.....	240
8.2.4. Invadierbarkeit der Standorte und Etablierungsfestigkeit der Douglasie.....	243
8.2.5. Die Auswirkungen der Douglasien auf Traubeneichenwälder trocken-saurer Standorte.....	244
8.2.6. Die Veränderung von Felsbereichen.....	245
8.2.7. Gesamtbewertung der Douglasiennaturverjüngung innerhalb der Biotope.....	246
9. Empfehlungen für nachhaltigen Umgang mit der Douglasie.....	249
9.1. Maßnahmen zur Sicherung der Sonderstandorte.....	249
9.1.1. Pflegemaßnahmen.....	249
9.1.2. Anbauplanung zur Vermeidung negativer Einflüsse.....	251
9.2. Waldbauliche Aspekte im Zusammenhang mit Douglasiennaturver- jüngung und -anbau.....	251
9.2.1. Ästhetische Gesichtspunkte.....	251
9.2.2. Maßnahmen und Möglichkeiten.....	252
9.3. Ausblick.....	255
10. Zusammenfassung / Summary.....	258
11. Quellenverzeichnis.....	262
11.1. Kartenwerke.....	262
11.1.1. Geologische Karten.....	262
11.1.2. Standorts- und sonstige Karten.....	262
11.2. Schriftenverzeichnis.....	263
12. Anhang.....	284