

Waldbauliche Standortbestimmung	1
1. Geschichte des Waldbaues	1
2. Stand des Waldbaues	2
3. Aufgaben und Ziele waldbaulicher Arbeit	3
a) Waldbau-primäre Produktionsstufe	5
b) Waldbauliche Planung	5
c) Allgemeines Waldbauziel	6
d) Klassischer – moderner Waldbau	7
e) Waldbauformen	7
4. Stellung des Waldbaues in der Forstwirtschaft	8
5. Forstwirtschaft in der modernen Industriegesellschaft	10
6. Das Ökosystem Wald und seine Belastbarkeit	10
a) Grundtypen der ökologischen Stabilität	11
b) Waldbauliche Bedeutung ökologischer Stabilitätskriterien	11
Standörtliche Stabilität von Waldökosystemen	12
Bestandesstrukturelle Stabilität	12
Dauerstabilität	12
Zyklische Stabilität	14
Dauerlabilität	15
c) Folgerungen	15
7. Wälder Europas	15
a) Nordeuropäische Nadelwaldregion	15
b) Ost- und nordosteuropäische Laub-Nadel-Waldregion	16
Nordosteuropäische subboreale Laub-Nadel-Waldregion	16
Osteuropäische, subkontinentale Laub-Nadel-Mischwaldzone	16
c) Mitteleuropäische Eichen-Buchenwaldregion	16
Eichenwald	16
Buchenwald	16
Nadelwald	16
Azonaler Laubwald	17
d) Westeuropäische Laubwaldregion	17
Zentralatlantisches Eichenmischwaldgebiet	17
Subatlantisches Eichen-Buchen-Mischwaldgebiet	17
Hyperatlantisches Eichen-Eschen-Mischwaldgebiet	17
Südatlantisches, submediterranes Eichenmischwaldgebiet	17
Nordwestatlantisches Kiefern-Birkenwaldgebiet	18
e) Nadelmischwaldregion der Alpen	18
Mediterrane Höhenstufe	18
Kolline Stufe	18
Montane Stufe	18
Subalpine Stufe	18
f) Südosteuropäische Laubmischwaldregion	19
Eichen-Steppenwaldzone der Donauniederung	19
Subkontinentale Balkaneichenwaldzone	19
Pannonische Traubeneichen-Zerreichenwaldzone	19
Illyrische Eichen-Hainbuchenwaldzone	19
Illyrische Buchenwaldzone	19
Mösische Buchenwaldzone	19
Mösische Gebirgsnadelwaldzone	20
Dazisch-Karpatische Buchenwaldzone	20

g)	Mediterrane Hartlaubwaldregion	20
	Mittelmediterrane Hartlaubwaldzone	20
	Mediterrane Hartlaubwaldstufe	20
	Submediterrane Flaumeichenwaldstufe	20
	Mediterran-montane Bergwaldstufe	20
	Westmediterrane Spezialgesellschaften	20
	Ostmediterrane Spezialgesellschaften	21
h)	Schlußfolgerungen	21
8.	Umweltwirkungen und Schutzfunktionen des Waldes	21
a)	Wald und Wasserhaushalt	21
	Hauptaufgaben des Waldes	21
	Komponenten der Wasserbilanz eines Waldes	22
b)	Nebel	23
c)	Schnee	23
d)	Interzeption der Bodenvegetation	23
e)	Wasserverbrauch durch Verdunstung	24
f)	Unproduktive Verdunstung	24
g)	Bodenwasserhaushalt	25
h)	Wasserbilanz	26
i)	Wald und Wind	29
k)	Lärmschutz durch den Wald	29
l)	Wald und Erholung	29
9.	Waldgefährdung durch Immissionen	30
a)	Schadensumfang	30
b)	Filterwirkung des Waldes	31
	Reinigung der Luft vom Staub	31
	Staubfangvermögen der Laubbäume und Sträucher	31
c)	Schwefeldioxid – Immissionen (sog. Saurer Regen)	32
	Indirekte Bodenschädigung durch Immissionen	32
	Einwirkung auf die Vegetation	34
	Schädigungsstufen	34
	Destabilisierungsanzeichen von Fichtenbeständen	36
d)	Akkumulierende Bioindikatoren	36
	Verstärkte Anfälligkeit gegen Folgeschäden	37
	Folgerungen	37
e)	Nachweis des Zuwachsverlustes durch Immissionsschäden	37
f)	Immissionsresistenz der Baumarten	39
g)	Waldbauliche Maßnahmen	39
	Auflösung der Bestände	40
	Waldbauliche Behandlung geschädigter Altbestände	40
	Pflege rauchgeschädigter Jungbestände	41
	Baumartenwahl	41
	Sonstige waldbauliche Möglichkeiten	42
	Immissionsökologische Zustandserfassung	42
h)	Prophylaxe zur Rettung des Waldes	42
	Ausmaß der Emissionen	42
	Maßnahmen zur Reduktion der Luftverunreinigung	42
	Anbau-Risiko für Fichten- und Kiefernwälder in SO ₂ -Immissionsgebieten	43
	Internationale Maßnahmen zur Verhütung grenzüberschreitender Luftverunreinigungen	43
	Ausblick	44
X	Waldbauliche Beurteilung der mitteleuropäischen Baumarten	45
1.	Beurteilungsgesichtspunkte	45
a)	Verbreitungsgeschichte	45
b)	Natürliche Verbreitung	46
c)	Natürlicher Gesellschaftsanschluß	46
d)	Forstgenetische Differenzierung	46
e)	Ökologie-Standortsansprüche	48
f)	Gefährdung	48

g)	Wuchsleistung	49
h)	Waldbauliche Charakterisierung	49
2.	Baumarten des subalpinen Nadelwaldes	49
a)	Zirbe	49
b)	Lärche	53
c)	Fichte	58
d)	Bergkiefer	73
e)	Grünerle	75
3.	Baumarten des montanen Bergmischwaldes	76
a)	Weißtanne	76
b)	Buche	84
c)	Eibe	88
d)	Grauerle	89
4.	Baumarten des submontanen Laubmischwaldes	90
a)	Bergahorn	90
b)	Esche	93
c)	Bergulme	96
d)	Sommerlinde	99
e)	Winterlinde	99
f)	Kirsche	101
5.	Baumarten des kollinen Eichenmischwaldes	102
a)	Traubeneiche	102
b)	Stieleiche	102
c)	Hainbuche	108
d)	Feldulme	110
e)	Flatterulme	110
f)	Spitzahorn	110
g)	Feldahorn	111
h)	Elsbeere	111
i)	Speierling	112
k)	Mehlbeere	112
l)	Holzapfel	112
m)	Wildbirne	112
n)	Nußbaum	113
6.	Baumarten des submediterranen Mischwaldes	113
a)	Flaumeiche	113
b)	Edelkastanie	113
c)	Schmuckesche	115
d)	Hopfenbuche	115
e)	Zerreiche	115
7.	Baumarten auf Spezialstandorten verschiedener Höhenstufen	116
a)	Waldkiefer	116
b)	Schwarzkiefer	121
c)	Sandbirke	123
d)	Moorbirke	126
e)	Eberesche	126
f)	Schwarzerle	127
g)	Traubenkirsche	129
h)	Aspe	130
8.	Südosteuropäische Gebirgsbäume	131
a)	Omorikafichte	131
b)	Panzerkiefer	131
c)	Rumelische Strobe	132
9.	Zusammenfassender Vergleich der Baumarten	132
a)	Gesellschaftsanschluß	132
b)	Gesellschaftscharakter der Baumarten	132
c)	Ökologische Charakterisierung	133
	Lichtbedürftigkeit	133
	Spätfrostgefährdung	133

Dürreempfindlichkeit	133
Nährstoffversorgung	133
Bodenbiologische Wertigkeit	134
Wurzeltracht	134
Widerstandsfähigkeit gegen Streusalzwirkung	134
Baumerkrankungen	134
10. Lokale Ableitung der Standortsansprüche der Baumarten	136
11. Anbaueignung fremdländischer Gastbaumarten	140
I. Waldbauliche Problematik des Anbaues	140
a) Geschichte	140
b) Anbaufähigkeit und Provenienzfrage	140
c) Anbauwürdigkeit	140
d) Zusammenfassende Wertung	141
II. Nadelbäume mit bedingter Anbaueignung	143
a) Douglasie	143
b) Strobe	146
c) Japanlärche	147
d) Große Küstentanne	148
e) Nordmanns-Tanne	149
III. Laubbäume mit guter Anbaueignung	149
a) Robinie	149
b) Roteiche	150
c) Schwarznuß	151
IV. Nadelbäume mit beschränkter Anbaueignung	151
a) Sitkafichte	152
b) Riesenlebensbaum	152
c) Scheinzypresse	152
d) Schierlingstanne	152
e) Pazifische Edeltanne	153
C. Waldpflege	154
I. Grundlagen der Waldpflege	154
1. Pflegeziel und Planung	154
a) Allgemeine Zielsetzung	154
b) Bestandesentwicklung und Planung	155
c) Bestandespflege als komplexes forstbetriebliches Problem	157
2. Forstgenetischer Aspekt	157
a) Genotyp und Phänotyp	157
b) Beurteilung der Phänotypen	157
3. Ökologische Auswirkungen der Durchforstung	158
a) Beleuchtungsverhältnisse	159
b) Strahlungsbilanz	162
c) Wärmeverhältnisse	163
d) Windbeeinflussung	163
e) Wasserhaushalt	164
Niederschlag-Interzeption	164
Schnee	165
Nebel	166
Bodenwasserhaushalt	167
Abfluß-Wasserbilanz	167
f) Bodenvegetation	168
g) Biologische Bodenaktivität	169
h) Vogelwelt	169
i) Wildökologische Komponente der Waldpflege	169
j) Zusammenfassung	169
4. Analyse der Bestandesstruktur	169
a) IUFRO-Baumklassifikation	170
b) Ertragskundlich-waldbauliche Baumklassifizierung für gleichalterige Reinbestände	171
c) Beispiel einer Bestandesstrukturanalyse	171

5. Qualitätsmerkmale der Baumarten	174
a) Gütemerkmale der Stammform	174
b) Gütemerkmale und Fehler des Holzes	174
c) Spezielle Güteansprache der Baumarten	175
d) Abstimmung der Güteansprache mit lokalen Holzhandelsgebräuchen	175
e) Holzqualität und Durchforstung	178
f) Qualität von Baumarten und Beständen	178
6. Bestandesstabilität und Produktionsrisiko	179
a) Standörtliche Nachhaltigkeit	179
b) Erhöhung der Bestandesstabilität gegen Wind	180
c) Reduzierung der Schneebruchgefährdung	181
d) Nachhaltige Vermeidung von Schalenwildschäden	187
e) Entomologische Vorbeugung	188
f) Pathologische Gefährdung	188
7. Ertragskundliche Grundlagen der Bestandespflege	189
a) Höhenwachstum	189
b) Umsetzen der Baumarten	194
c) Stärkenwachstum	197
d) Baumkrone und Zuwachsleistung	197
e) Baumzahl und Grundfläche	199
f) Ertragskundliche Durchforstungshinweise	202
g) Trockensubstanzproduktion	203
h) Einfluß der Durchforstung auf die Massenleistung	204
8. Wertleistung und ökonomische Überlegungen	205
a) Förderung des wertsteigernden Mischbaumartenanteiles	206
b) Produktion werbungskostengünstiger Sortimente	207
c) Erhöhung des Wertholzanteiles	209
d) Waldbaulich-ökonomische Beurteilung der Bestandespflege	209
e) Aufwand für die Waldpflege	210
f) Holzmarktlage	210
g) Steigerung der überwirtschaftlichen Wertleistung	210
9. Nutzungstechnische Zusammenhänge	211
a) Wahl des Durchforstungsverfahrens	211
b) Mindestanfall je Flächeneinheit	212
c) Schäden bei unweckmäßiger Nutzungstechnik	212
d) Toleranzgrenzen für Rückeschäden	213
e) Möglichkeiten zur Reduzierung der Rückeschäden	213
f) Optimierung von Rückekosten und Schadensbelastung	215
g) Arbeitskräftesituation	215
h) Nutzungstechnische Optimierung	215
10. Schlußfolgerungen für die Bestandesbegründung	217
II. Maßnahmen der Waldpflege	217
1. Pflegefunktionen	217
a) Schadensverhütung	217
b) Auslese	217
c) Erziehung	218
d) Beiläufige Maßnahmen	218
2. Jungwuchspflege	218
a) Analyse des Jungwuchses	218
b) Pflegemaßnahmen	218
Schutz der Verjüngung vor Schäden	218
Auslese	219
Ausmusterung	219
Mischungsregelung	219
Mischungsform	219
Erziehung	219
Auflockerung überdichteter Jungwüchse	219
Beseitigung von Steilrändern	219
Behandlung von Einzelvorwüchsen	220

	Nachbesserung mit raschwüchsigen Baumarten	220
	Beiläufige Maßnahmen	220
c)	Aufbau eines gepflegten Jungwuchses	220
d)	Rangordnung der Pflegemaßnahmen	220
e)	Durchführung der Jungwuchspflege	221
3.	Dickungspflege	221
a)	Dickungsanalyse	221
	Dickungsstadium	221
	Dickungscharakter	221
	Individuenzahl	221
	Mischung	222
	Schichtung	222
	Güteansprache	222
	Entwicklungstendenz	222
	Zusammenfassende Dickungsbeurteilung	223
b)	Beispiel einer Dickungsanlage	224
c)	Pflegemaßnahmen in der Dickungsphase	225
	Säuberung	225
	Protzenaushieb	225
	Beurteilung Minderwertiger	226
	Entfernung Kranker, Beschädigter und Mißgestalteter	226
	Entfernung Gefährdender	226
	Beurteilung der Säuberung	226
	Begünstigung	228
	Mischungspflege	229
	Auflockerung	229
	Kronenpflege	229
d)	Dringlichkeitsreihung von Pflegemaßnahmen	229
e)	Baumartenspezifische Probleme der Jungbestandspflege	229
f)	Ausführung der Jungbestandspflege	232
	Vorbereitung und Arbeitsdisposition	232
	Arbeitsteilige Dickungspflegeanweisung	233
g)	Chemische Jungbestandspflege	233
h)	Waldbaulicher Aufwand für die Jungbestandspflege	234
4.	Geschichtliche Entwicklung der Durchforstung	234
a)	Entwicklung der Durchforstung im Zeitalter von G. L. HARTIG	234
b)	Entwicklung von Durchforstungsnormen durch KRAFT und SCHWAPPACH	235
c)	Weiterentwicklung der Hochdurchforstung	236
	Hochdurchforstung in Eichenbeständen	236
	Dänische Durchforstung in Buchenbeständen	237
	Starke Durchforstung in Fichtenbeständen	237
	Worliker Fichten-Durchforstung	237
	Schnellwuchsbetrieb	237
	Plenterdurchforstung in Buchenbeständen	238
	Zielstärkenutzung in fichtenreichen Beständen	239
	Bramwalder Durchforstung im Herrschenden	239
	Freie Durchforstung	239
d)	Folgerungen aus der Durchforstungsgeschichte	239
5.	Auslesedurchforstung	240
a)	Analyse des Bestandes	240
b)	Durchführung der Auslesedurchforstung	240
c)	Auswahl der Ausleseebäume	241
	Auswahl bei unregelmäßiger Verteilung der Kandidaten	241
d)	Wiederholung der Durchforstung	243
e)	Durchforstungsstärke	243
f)	Ergebnis der Auslesedurchforstung	244
d)	Auslesedurchforstung in ungesäuberten Beständen	244
6.	Schematische Durchforstungsverfahren	244
a)	Geometrische Durchforstung im Plantagenbetrieb	245

b)	Voraussetzungen für schematische Eingriffe in Hochwaldbeständen	245
c)	Stammzahlreduktion	246
7.	Durchforstungshilfen für Reinbestände	246
a)	Durchforstungshilfe Fichte	246
b)	Durchforstungsmodell BURSCHEL-FRANZ (1974)	247
c)	Pflegemodell für Betriebszieltyp Tief- und Hügellandkiefer	247
d)	Auermühler-Kiefernproduktions- und Durchforstungsprogramm	248
e)	Vom Durchforstungsmodell zur Durchforstungspraxis	248
8.	Optimierung der Durchforstungsentscheidung	248
9.	Organisation der Bestandespflege	250
a)	Ausarbeitung eines Pflegeplanes	250
b)	Dringlichkeitsreihung der Pflegemaßnahmen	251
	Pflegerückstände	251
c)	Jährliche Einzelplanung	252
d)	Organisation der Pflege	252
	Aufgabenbereich	252
	Auszeige als arbeitstechnisches Problem	252
10.	Ästung	252
a)	Natürliche Astreinigung	253
b)	Geeignete Baumarten	253
c)	Ästungsarten	253
	Dürr- oder Trockenästung	253
	Grünästung	253
	Nachholästung	254
d)	Ästungszeitpunkt	254
e)	Auswahl der ästungswürdigen Bestände	254
f)	Technische Durchführung der Ästung	255
	Handgeräte	255
	Klettersäge	256
g)	Wirtschaftlichkeit der Ästung	256
11.	Der Nebenbestand und seine Pflege	257
a)	Aufgabe des Nebenbestandes	257
	Wichtige biologische Aufgaben	257
	Waldbauliche Bedeutung	257
	Durchforstungstechnische Aufgaben	257
	Produktionstechnischer Wert	258
b)	Pflege des Nebenbestandes	258
	Baumarten	258
	Zweckmäßige Mischung	259
	Notwendige Maßnahmen	259
c)	Überführung des Nebenbestandes bei der Eichenwertholzucht	259
12.	Unterbau	260
a)	Funktion des Unterbaues	260
b)	Unterbau als langfristige Pflegemaßnahme	260
c)	Unterbau von Kiefernbeständen	260
13.	Lichtwuchsdurchforstung	261
a)	Aufgaben der Lichtwuchsdurchforstung	261
b)	Ertragskundliche Gesichtspunkte	262
14.	Lichtwuchsbetrieb (Lichtung)	262
15.	Überhaltbetrieb	263
a)	Aufgaben des Überhaltes	264
b)	Anforderungen an Überhälter	264
c)	Allgemeine Voraussetzungen	264
d)	Auswirkungen des Überhaltes	264
e)	Kiefernüberhaltbetrieb mit Kiefernnebenbestand	265
f)	Kiefernüberhaltbetrieb mit gemischtem Nebenbestand	265
16.	Bestandesumwandlung	266
a)	Waldbauliche Planung	266
b)	Staudenwald-Umwandlung	267
c)	Umwandlung von standortswidrigen Fichtenreinbeständen	268

d) Umwandlung sekundärer Kiefernwälder	268
e) Wiederherstellung schnee- und sturmgeschädigter Wälder	269
17. Bestandesdüngung	270
a) Waldbauliche Aufgaben der Bestandesdüngung	270
b) Planungsgrundlagen für rationelle Bestandesdüngung	271
Standörtliche Düngungsbedürftigkeit	271
Bestandesindividuelle Düngungswürdigkeit	272
c) Nebenwirkungen und Umweltgefährdung durch Walddüngung	272
d) Waldbaulich-betriebswirtschaftliche Gesamtbeurteilung	273
e) Durchführung der Düngung	275
Bestimmung der Düngungsbedürftigkeit	275
Düngergaben bei Bestandesdüngung	276
Technik der Walddüngung	276

D. Waldverjüngung 277

Planung der Waldverjüngung 277

I. Grundlagen der Baumartenwahl 277

1. Ökologisch-biologische Grundlagen	277
a) Natürliche Waldgesellschaft und standortshemische Baumarten	277
b) Auswertung der Standortserkundung	277
Analyse der lokal entscheidenden Standortsfaktoren	277
Einfluß der Baumarten auf den Standort	278
Bestandesklima	278
Streuabbau	278
Auswertung der standortsanzeigenden Bodenvegetation	279
Bodenaufschluß – Wurzeltätigkeit	279
Standortskundliches Schlußurteil	279
Labile Standorte mit Beschränkung bei der Baumartenwahl	279
Baumarten-Zwangsstandorte ohne Freiheit bei der Baumartenwahl	279
c) Einfluß des Bestandesmilieus	279
d) Standortsansprüche der Baumarten	280
e) Waldbauliches Verhalten der Baumarten	280
f) Anbaurisiko der Baumarten	281
g) Beurteilung des Vorbestandes	282
h) Wildökologische Komponenten bei der Wahl von Baumarten und Betriebszieltypen	282
i) Zusammenfassung	282
2. Wirtschaftliche Grundlagen	283
a) Baumart – Holzart	283
b) Holzsorten	283
c) Massenleistung	283
d) Wertleistung	285
e) Künftige Entwicklung des Holzmarktes	287
3. Überwirtschaftliche Gesichtspunkte	288
a) Waldfunktionen	288
Hochwasservorbeugung	288
Gleichmäßige, hochwertige Wasserproduktion in Quellschutzgebieten	288
Lawinen- und Steinschlagschutzwald	288
Staubfilterung	288
Schallhemmung	288
Erholungswald	288
Landschaftsgestaltung	288
b) Natur- und umweltschutzkundliche Komponenten der Baumartenwahl und Waldbewirtschaftung	288
4. Waldbautechnische Möglichkeiten	289
5. Nutzungstechnische Aspekte	289
6. Programmierung der Baumartenwahl	289

II. Zielsetzung 290

1. Allgemeine Zielsetzung	290
-------------------------------------	-----

Rangordnung der beurteilten Faktoren	290
Endforderung für die Baumartenwahl	290
2. Spezielle Zielsetzung	292
a) Bestockungsziel	292
b) Verjüngungsziel	292
c) Betriebsziel	292
Sonderziele im Ertragswald	292
Betriebsziele für unterschiedliche Kiefernstandorte	292
Betriebsziele für den typischen Waldmeister-Buchenwaldstandort	295
3. Beispiele für die Baumartenwahl	295
Weitgehende Übereinstimmung zwischen biologischen und wirtschaftlichen Ansprüchen	295
Größere Diskrepanz zwischen natürlicher Baumartengarnitur und wirtschaftlich erwünschten nadelbaumreichen Mischbeständen	296
Fehlen wirtschaftlich erwünschter Baumarten	297
4. Wahl standortstauglicher Gastbaumarten und Provenienzen	297
a) Wahl geeigneter Lärchenprovenienzen	297
Auswertung vergleichbarer Anbauversuche	297
Vergleich des Klimacharakters	298
b) Wahl leistungsfähiger Douglasienprovenienzen	300
III. Planung des Verjüngungsablaufes	300
1. Zeitliche Ordnung	300
a) Verjüngungszeitpunkt	300
Hiabsreife von Einzelbäumen	301
Ertragskundlicher Verjüngungszeitpunkt von Beständen	301
Einfluß des bestandesindividuellen Ertragsvermögens	302
Ableitung des Verjüngungszeitpunktes	303
b) Verjüngungszeitraum	303
2. Räumliche Ordnung	304
a) Biologische und verjüngungstechnische Aspekte	305
Deckungsschutz	305
b) Bringungstechnische und organisatorische Gesichtspunkte	306
c) Folgerungen	306
3. Kombinierte Zeit-Raum-Phasen-Planung	306
Naturverjüngung	307
1. Verjüngung im Naturwald	308
a) Waldgesellschaften	308
Lärchen-Zirbenwald	308
Subalpiner Fichtenwald	308
Fichten-Tannen-Buchenwald	308
Submontaner Buchenwald	308
Kolliner Eichenmischwald	308
Kiefernwald	309
b) Typen der Naturverjüngung	309
Plentertyp	309
Femel- und Schirmschlagtyp	309
Kahlflächentyp	309
2. Ökologische Grundlagen der Waldverjüngung	309
a) Verjüngungsökologische Differenzierung der Baumarten	309
Schattbaumarten – Lichtbaumarten	309
Entwicklung der Verjüngung bei unterschiedlichem Lichtfaktor	310
b) Naturverjüngung von Schattbaumarten	313
Verjüngung in einem Fichten-Tannen-Plenterbestand	313
Bioökologischer Bestandescharakter und Naturverjüngung	317
Verjüngungssituation in verschiedenen Waldgesellschaften	318
c) Verjüngung von Licht- und Schattbaumarten	320
d) Verjüngungsökologie von Lichtbaumarten	322
e) Ökologie von Bestandeslücken	322
Beleuchtungsstärke	322

Windgeschwindigkeit	322
Niederschlag	323
Schneeablagerung	323
Lufttemperatur	323
Spätfrostschutz	324
f) Zusammenfassende Beurteilung	325
Verjüngungsformen – Verjüngungsverfahren	325
1. Großflächiger Kahlschlagbetrieb mit Kunstverjüngung	327
a) Charakterisierung	327
b) Zielsetzung	327
c) Ökologische Beurteilung	327
Waldbauliche Beurteilung	327
Vorteile	327
Nachteile	328
Abschließende Wertung	328
2. Kleinflächiger Saum-Kahlschlag mit Kunst- und Naturverjüngung	329
a) Voraussetzungen für die Naturverjüngung	329
Migrationsfaktor	329
Ansamungsmilieu – Schlagvegetation	329
b) Ökologisch optimale Breite des saumweisen Verjüngungsfeldes	329
c) Kahlschlagverjüngung der Fichte	330
Kunstverjüngung	330
Naturverjüngung	331
d) Kahlschlagnaturverjüngung der Kiefer	332
e) Waldbauliche Beurteilung	332
3. Naturverjüngung durch Schirmschlag	332
a) Klassischer Buchen-Schirmschlag	332
Charakterisierung	332
Zielsetzung	332
Ablauf des Verfahrens	332
Ökologische Beurteilung	333
Gefährdungen – Abhilfen	334
Varianten	336
Wertung	336
b) Großschirmschlag in Eichenbeständen	337
c) Großschirmschlag in Kiefernbeständen	337
Kurzfristiger Schirmschlag	337
Langfristiger Schirmschlag	338
4. Saumschlag	338
a) Schirmsaumschlag	338
Verjüngungsziel	338
Verjüngungstechnik	338
Ökologie der Saumstellung	339
Wertung	339
b) Blendersaumschlag	339
5. Femelschlag	340
a) Bayerischer Femelschlag	340
Verjüngungsziel	340
Verjüngungstechnik	340
Ökologie	341
Waldbauliche Wertung	342
b) Badischer Femelschlag	342
c) Künstlicher Femelschlag	343
6. Kombinierte Naturverjüngungsverfahren	343
a) Saumfemelschlag	343
b) Schirmkeilschlag	344
7. Beurteilung der Verjüngungsverfahren	345
8. Betriebsart Schweizerischer Femelschlag	346
a) Entwicklung	346

b)	Charakteristische Merkmale	347
c)	Beurteilung	348
d)	Vergleich Femelschlag – Plenterung	349
e)	Voraussetzungen für den Femelschlagbetrieb	349
f)	Abschließende Wertung	350
9.	Naturverjüngung und Kunstverjüngung	351
a)	Vorteile der Naturverjüngung	351
b)	Nachteile und Schwierigkeiten bei der Naturverjüngung	351
c)	Kombination von Natur- und Kunstverjüngung	352
	Kunstverjüngung	352
I.	<i>Vorbereitende Arbeiten auf der Kulturfläche</i>	352
1.	Behandlung des Schlagabraumes	352
a)	Vorteile einer schwachen Reisigdeckung	353
b)	Nachteile großer Reisigmengen	353
c)	Rationelle Flächenräumung	353
	Belassung des Schlagabraumes auf der Schlagfläche	353
	Beseitigung des Schlagreisigs	353
d)	Aktivierung von kulturhemmenden Rohhumusdecken	353
2.	Beseitigung der Schlagvegetation	354
a)	Waldbauliche Rolle der Schlagvegetation	354
b)	Mechanische Beseitigung	354
c)	Chemische Unkrautbekämpfung	355
	Ökologische Aspekte	355
	Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit Forstschutzmitteln	356
	Herbizide zur Pflege von Waldverjüngungen	356
	Vor- und Nachteile der Ausbringungsverfahren	357
3.	Bodenbearbeitung	357
a)	Problematik	357
b)	Zielsetzung	357
	Aktivierung der Verjüngung	357
	Verbesserung des Standorts	358
c)	Standörtliche Voraussetzungen	358
d)	Baumarten	358
e)	Bodenbearbeitungsverfahren	358
	Flächengröße	358
	Tiefenerstreckung	358
f)	Bodenbearbeitung zur Aktivierung der Naturverjüngung	358
	Buchennaturverjüngung	358
	Fichten-Naturverjüngung im Zwergstrauch-Fichtenwald	358
	Lichtbaumarten	359
g)	Bodenbearbeitung für Kulturen auf Freiflächen	359
	Plätzweise Bodenbearbeitung	359
	Streifenweise Bodenbearbeitung bei Eichen- und Kiefernkulturen	359
	Handausführung	360
	Waldpflugstreifen	360
	Frässtreifen	360
	Rabattenkultur	360
	Vollumbruch bei Standorts-Melioration	360
h)	Verbesserung des Wasserhaushaltes	361
II.	<i>Saat</i>	361
1.	Saatgut	361
a)	Fruchten der Waldbäume	361
b)	Samen und Fruchtreife	362
c)	Samenverbreitung	364
d)	Natürliche Ansamungsdichte	364
2.	Samenernte	364
a)	Auswahl der Erntebestände	364
	Erntewürdige Bestände (Erbwert)	364
	Sonstige Auslesegesichtspunkte	365

b)	Schätzung der Erntemöglichkeiten	365
c)	Ernteverfahren	366
d)	Erhaltungssamenplantagen	366
e)	Samenaufbereitung	366
f)	Lebensdauer des Saatgutes	367
3.	Aufbewahrung von forstlichem Saatgut	367
a)	Nadelbäume	367
b)	Laubbäume	367
4.	Saatgutprüfung	368
a)	Reinheitsuntersuchung	368
b)	Keimfähigkeit	368
c)	Pflanzenprozent	368
5.	Vorbehandlung des Saatgutes	368
a)	Verfahren zur Beschleunigung der Keimung	368
b)	Überwindung von Keimhemmungen	369
c)	Stratifizieren des Saatgutes	369
d)	Saatgutschutz	369
6.	Saat	369
a)	Bodenbearbeitung	369
b)	Saatformen	370
	Voll- oder Breitsaat	370
	Streifen- oder Riefensaat	370
	Rillensaat	370
	Eichen-Leitersaat	370
	Plätzesaat	370
	Stockachselsaat	370
	Einzelsaat	370
	Zapfensaat	370
c)	Saatgutbedarf	370
d)	Samenbedeckung	370
e)	Saatzeit	371
	Frühjahrssaat	371
	Sommersaat	371
	Herbstsaat	372
	Winter- oder Schneesaat	372
f)	Saattechnik	372
	Handsaat	372
	Maschinensaat	372
g)	Anwendung von Saat oder Pflanzung	372
III.	<i>Pflanzung</i>	373
1.	Pflanzenbeschaffung	373
a)	Ankauf von gewerblichen Forstbaumschulen	373
b)	Lohnanzucht in gewerblichen Forstbaumschulen	373
c)	Anzucht im betriebseigenen Pflanzgarten	374
d)	Gewinnung von Wildlingen	374
e)	Vegetative Vermehrung durch Triebstecklinge	374
2.	Produktion des Pflanzgutes im Forstpflanzgarten	375
a)	Sämlingsanzucht	375
	Saatbeet	375
	Saatgutbedarf	375
	Pflege der Saaten	375
	Sämlingsanzucht im Plastikgewächshaus	375
	Verwendung der Sämlinge	375
b)	Verschulung von Sämlingen	375
	Verschulzeit	376
	Pflege	376
	Wurzelschnitt im Pflanzbeet	376
	Ausheben der Verschulpflanzen	376
	Fliegende Saatkämme und Verschulungskämme	377

c)	Weiterbehandlung wurzelnackter Pflanzen	377
	Sortierung der Pflanzen	377
	Wurzelschnitt	377
	Sproßschnitt	377
	Transportschutz wurzelnackter Pflanzen	378
	Wurzelschutz durch Agricol (Forstalgin)	378
	Nadelschutz durch Antitranspirantien	378
	Kühlhauslagerung der Pflanzen zur Triebverzögerung	378
	Pflanzen – frisch – Transportsäcke	378
	Transport	379
	Pflanzeneinschlag	379
d)	Verschulung und Saat im Behälter (Ballenpflanzen)	379
	Sämlingstöpfe	379
	Paperpot-Verfahren	379
	Torfgefäße	380
	Gerollte Sämlingsbänder	380
	Folienbeutel	380
	Großballenpflanzen	380
	Beurteilung der Ballenanzuchtverfahren	380
3.	Beurteilung der Qualität von Forstpflanzen	381
a)	Erbwert – Herkunft	381
b)	Äußere Qualität – morphologische Merkmale	381
	Pflanzengröße	381
	Stufigkeitsmaß	381
	Gesundheit	382
	Bewurzelung	383
c)	Innere Qualität	383
d)	Alter	383
e)	Größengliederung der Forstpflanzen	383
f)	Verwendung von Großpflanzen	384
	Pflanzenausfälle bei Groß- und Normalpflanzen	384
	Kiefern-Großpflanzen	385
	Tannen-Großpflanzen	385
	Buchen-Heisterpflanzung	385
4.	Pflanzzeit für wurzelnackte Pflanzen	385
	Frühjahrspflanzung	386
	Spätsommerpflanzung	386
	Herbstpflanzung	386
5.	Pflanzverbände	386
a)	Grundlagen für die Wahl der Pflanzverbände	386
	Zielsetzung	386
	Baumart	386
	Forstgenetische Aspekte	387
	Standort	387
	Lokale Umweltsituation	387
	Pflanzengröße	387
	Betriebssicherheit – Gefährdungen	387
	Resistenzoptimale Bestandesverfassung	387
	Betriebswirtschaftliche Überlegungen	387
	Kosten für die Bestandesbegründung	388
	Waldbautechnische Gesichtspunkte	388
b)	Wahl der Verbandsdichte	388
	Engverband – Weitverband und Massen- bzw. Wertleistung	388
	Spätere Pflege	390
	Qualitätsansprüche	390
	Voraussetzungen für Weitverbände mit Zielsetzung Massenproduktion	390
c)	Wahl der Verbandsart	391
d)	Beispiele von häufigeren Pflanzenverbänden	391
e)	Arbeitsorganisatorische Aufgaben	391

6. Pflanzverfahren	392
a) Spaltpflanzung	392
Schrägpflanzung	393
Winkelpflanzung nach REISSINGER	393
Winkelpflanzung für Großpflanzen	394
Beurteilung	394
b) Klemmpflanzung	395
c) Pfropflochpflanzung	395
Lochpflanzung für Herzwurzler	395
Lochtief-Heisterpflanzung	395
d) Hügelpflanzung	395
f) Ballenpflanzung	395
Kleinballenpflanzung	395
Starkballenpflanzung	396
g) Pflanzmaschinen	396
IV. Kulturpflege	396
1. Nachbesserung und Ergänzung	396
a) Nachbesserung von Kunstverjüngung	397
b) Ergänzung von Naturverjüngung	397
2. Kulturdüngung	397
a) Kulturdüngung zur Beseitigung akuter Mangelerscheinungen	398
b) Kulturdüngung zur Wuchssteigerung	398
3. Wildschadensverhütung	399
Wilddichte	399
Wildschäden	400
a) Wahl der Schutzart	400
b) Zäunung	401
Wirkungen des Zaunes	401
Wildbiologische Rücksichten	401
Zaungröße	401
Kostenbelastung	402
Zaunflächenform	402
Zaunhöhe und Material	402
Zaunpflege	402
c) Einzelschutz gegen Wild	403
Kosten Einzel-, Flächen-Schutz	403
V. Spezielle Kulturmaßnahmen	403
1. Vorwaldbegründung	403
2. Aufforstung landwirtschaftlicher Grenzertragsstandorte	405
3. Kippen- und Haldenaufforstung	406
4. Meliorationsverfahren	406
5. Aufforstung von Katastrophen-Großkahlf lächen	407
E. Spezielle Betriebsarten	408
1. Plenterwald	408
a) Verbreitung	408
Vorkommen	408
Waldgesellschaften	408
b) Strukturmerkmale des Plenterwaldes	409
Gesellschaftliche Verhältnisse	409
Beispiel eines ideal aufgebauten Plenterwaldes	409
c) Einfluß von Standort und Vorrat auf den Aufbau des Plenterwaldes	410
Vorratshaltung	410
Baumzahlverteilung	412
Zuwachs	412
d) Amplitude der Plenterstruktur	413
e) Ertragskundliche Wertung des Plenterwaldes	413

f)	Gefährdung des Plenterwaldes	416
	Windgefährdung	416
	Schneebruchgefährdung	416
g)	Plenterwald und Kontrollmethode	416
h)	Waldbauliche Behandlung des Plenterwaldes	416
i)	Plenterwald als waldbaulicher Idealbetrieb	417
k)	Waldbauliche Wertung des Plenterwaldes	418
l)	Bedeutung des Plenterprinzips für den Waldbau	419
m)	Naturgemäße Waldwirtschaft	420
2.	Niederwald- und Ausschlagbetrieb	420
	a) Charakteristik	420
	b) Verbreitung	421
	c) Waldgesellschaften – Standorte	421
	d) Baumarten	421
	e) Behandlung des Niederwaldes	421
	f) Formen des Niederwaldes	422
	Brennholzniederwald	422
	Eichenschälwald	422
	Haubergbetrieb	422
	Akazien-Niederwald	422
	Edelkastanien-Niederwald	422
	Schneitelbetrieb	422
	Schwarzerlen-Niederwald	422
	Niederwaldbetrieb im Auwald	422
	g) Wertung des Niederwaldes	423
	h) Umwandlung und Überführung des Niederwaldes	423
3.	Mittelwald	424
	a) Charakteristik	424
	b) Aufbau des Mittelwaldes	425
	Struktur	425
	Baumarten des Mittelwaldes	426
	Standorte und Waldgesellschaften	427
	c) Waldbauliche Behandlung	427
	Verjüngung des Unterholzes	427
	Auszeichnung im Oberholz	427
	Pflege des Aufwuchses	427
	d) Beurteilung des Mittelwaldes	427
	Vorteile	427
	Nachteile	427
	e) Übergang zum Hochwaldbetrieb	428
	Umwandlung	428
	Überführung	428
	Waldbauliche Planung	429
4.	Pappelanbau	429
	a) Pappelarten	429
	Aspe	429
	Silberpappel	429
	Graupappel	430
	Schwarzpappel	430
	Nordostamerikanische Schwarzpappel	430
	Balsampappel	430
	Baumweide	431
	b) Euamerikanische Schwarzpappelhybride (Kulturpappel)	431
	Anbau geeigneter Pappelsorten	431
	Unterscheidungsmerkmale der Pappelsorten	431
	Geschlecht	431
	Stammform	431
	Phänologie	431
	Zweige – Blätter	432
	Rinde – Borke	432

Schwarzpappelhybride	432
Besser bewährte Gruppe	432
Weniger bewährte Gruppe	433
Italienische Zuchtsorten	433
Schwarzpappel-Balsampappel-Hybride	433
Schlußfolgerung	433
c) Standortwahl beim Pappelanbau	433
Klima	433
Standort	434
Standortserkundung	434
Standortsansprüche einzelner Sorten	434
d) Pappelnachzucht durch Stecklinge im Pflanzgarten	434
e) Pappelkulturen im Plantagenbetrieb	435
Bodenbearbeitung	435
Düngung	435
Pflanzung	435
Pflanzzeit	435
Pflanzenvorbehandlung	435
Pflanzgut	436
Pflanztechnik	436
Pflanzverband	436
Nebenbestand	436
Pflege der Pappelkulturen	436
f) Bestandespflege	436
Durchforstung	436
Ästung	437
g) Produktionszeitraum und Wuchsleistung	437
h) Gefährdungen	437
Pilzkrankheiten	437
Insekten	438
i) Holzverwendung	438
k) Kulturpappelanbau im Wald	438
l) Flurholzanbau	438
5. Produktionsziel Biomasse	438
a) Bessere Nutzung der produzierten Biomasse	439
b) Anbau schnellwachsender Baumarten in Kurzumtrieb-Plantagen	440
F. Waldbaulicher Ausblick	441
1. Waldbau und Forstwirtschaft im 21. Jahrhundert	441
Zunehmender Holzbedarf	441
Steigende Nachfrage nach Qualitätsholz	441
Erhebliche Ausweitung von vielseitigen Schutzfunktionen	441
Zunehmender Bedarf an vielfältigen Sozialfunktionen	441
2. Waldbauliche Inventur	441
a) Charakteristik des Forstbetriebes	441
b) Standortseinheiten – Waldgesellschaften	442
c) Baumarten	442
d) Bestockungsaufbau in den Behandlungseinheiten	442
e) Wertung des Pflegebetriebes	442
f) Waldverjüngung	442
g) Walderschließung	442
h) Nutzungstechnik	443
i) Waldbau-Planung	443
k) Zusammenfassende Beurteilung	443
3. Waldbauliche Rationalisierung	443
Waldbauliches Niveau	443
Waldbauliche Aus- und Weiterbildung	443
Intensivierung der waldbaulichen Grundlagenforstung	444
a) Waldbauliche Erfolgskontrolle	444
b) Verbesserung der waldbaulichen Arbeitsqualität	444

c)	Ausscheidung von waldbaulichen Intensitätsstufen	445
d)	Kurz- und mittelfristige waldbauliche Ertragssteigerung	446
e)	Langfristige waldbauliche Betriebsumstellung	446
f)	Einsparung von unnötigen Kosten	447
g)	Vermeidung von Verlustquellen	447
h)	Waldbauliche und forstbetriebliche Investitionsplanung	448
4.	Waldbauliche Integration mit der sekundären und tertiären Produktionsstufe	448
a)	Walderschließung	448
b)	Nutzungstechnik	449
c)	Ökonomische Berührungspunkte	450
d)	Waldbau und Forstpolitik	451
5.	Schlußbemerkungen	451
	<i>Literaturverzeichnis</i>	453
	Register	505