

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSÜBERSICHT

1 EINLEITUNG	1
2 DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET	20
3 ABGRENZUNG VON BEWIRTSCHAFTUNGSEINHEITEN	26
4 ABLEITUNG DER BEWIRTSCHAFTUNGSSTRATEGIE.....	46
5 DURCHFÜHRUNG DER WALDBAULICHEN EINGRIFFE	62
6 VORAUSSICHTLICHE ENTWICKLUNG DER BESTÄNDE NACH DEN EINGRIFFEN	91
7 BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG DER ÜBERFÜHRUNGEN.....	110
8 SCHLUSSDISKUSSION	128
9 ZUSAMMENFASSUNG - RESUMEN - SUMMARY	137
10 LITERATURVERZEICHNIS	144
ANHANG	155

DETAILGLIEDERUNG

1 EINLEITUNG

1.1 KURZBESCHREIBUNG DES FORSCHUNGSVORHABENS	1
1.2 ZUSTAND DER TROPENWÄLDER AUS GLOBALER SICHT	2
1.3 FORST- UND HOLZWIRTSCHAFT IN PARAGUAY	4
1.3.1 Landeskundliche und sozioökonomische Vorgaben	4
1.3.2 Stellenwert des Forst- und Holzsektors in der Nationalökonomie.....	6
1.3.3 Waldflächenrückgang in Ostparaguay	7
1.3.4 Forstpolitische und forstrechtliche Rahmenbedingungen	8
1.4 DIE NATURWÄLDER OSTPARAGUAYS IN DER FORSTLICHEN FORSCHUNG.....	9
1.4.1 Naturräumliche Grundlagenforschung	9
1.4.2 Ausscheidung natürlicher Waldtypen.....	10
1.4.3 Baumartenbezogene Forschung und Bildung von Baumartengruppen	11
1.4.4 Untersuchungen zu Verjüngungsabläufen.....	12
1.4.5 Wachstumsuntersuchungen	13

1.4.6 Untersuchungen zu Nicht-Holzprodukten.....	14
1.4.7 Vorschläge zur waldbaulichen Behandlung der Naturwälder	14
1.5 ABLEITUNG DER ZIELSETZUNG UND UNTERSUCHUNGSSCHWER- PUNKTE.....	16
1.5.1 Einbindung der Arbeit.....	16
1.5.2 Leitgedanken und Zielsetzung.....	16
1.5.3 Untersuchungsschwerpunkte.....	18
1.5.4 Forschungsansatz.....	19
 2 DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET	
2.1 EINFÜHRUNG	20
2.2 GEOGRAPHISCHE UND NATÜRLICHE GEGEBENHEITEN.....	20
2.2.1 Geographische Lage	20
2.2.2 Klima.....	21
2.2.3 Böden.....	21
2.2.4 Natürliche Vegetation.....	22
2.3 DER LANDWIRTSCHAFTSBETRIEB ESTANCIA GOLONDRINA.....	23
 3 ABGRENZUNG VON BEWIRTSCHAFTUNGSEINHEITEN	
3.1 EINFÜHRUNG	26
3.2 ABGRENZUNG DER NATÜRLICHEN VEGETATIONSTYPEN ANHAND VON LUFTBILDERN	27
3.2.1 Methodisches Vorgehen	27
3.2.2 Ergebnisse	27
3.2.2.1 Zuverlässigkeit der Abgrenzung der natürlichen Vegetationstypen	27
3.2.2.2 Differenzierungen innerhalb der bosques altos	28
3.2.2.3 Erstellung einer Karte für die terrestrische Waldinventur	28
3.3 ZUORDNUNG DER WÄLDER ZU WALDBAULICHEN BEHANDLUNGS TYPEN MITTELS TERRESTRISCHER STICHPROBENINVENTUR	29
3.3.1 Einführung.....	29
3.3.2 Methodisches Vorgehen	29
3.3.2.1 Stichprobenverteilung.....	29
3.3.2.2 Datenerhebung.....	30
3.3.2.3 Entnahme von Bodenproben zur Überprüfung des Standorts	31
3.3.2.4 Gruppierung der Inventurdaten	31
3.3.2.4.1 Zuteilung der Baumarten zu Holzwertklassen.....	31
3.3.2.4.2 Ausscheidung von Bestandesteilkollektiven	32
3.3.2.4.3 Gruppierung der Untersuchungsbestände nach Degradationsintensität.....	32
3.3.2.4.4 Gruppierung der Untersuchungsbestände nach Bewirtschaftungspotential	33

3.3.2.5 Datenanalyse.....	33
3.3.2.5.1 Bestimmung der Stammholzvolumina.....	33
3.3.2.5.2 Verwendete statistische Prüfverfahren	33
3.3.3 Ergebnisse	34
3.3.3.1 Prüfung des Standorts unterschiedlich stark degradierter Wälder	34
3.3.3.2 Kennwerte unterschiedlich stark degradierter Wälder	35
3.3.3.3 Zuordnung der Wälder zu Typen unterschiedlichen Bewirtschaftungspotentials	36
3.3.3.3.1 Bildung von Typen unterschiedlichen Bewirtschaftungspotentials	36
3.3.3.3.2 Kennwerte der Wälder unterschiedlichen Bewirtschaftungspotentials	37
3.4 ÜBERPRÜFUNG DER FLÄCHENGRÖSSE VON WÄLDERN DES GLEICHEN POTENTIALTYP	39
3.4.1 Methodisches Vorgehen	39
3.4.2 Ergebnisse	40
3.5 DISKUSSION	41
3.5.1 Inventurverfahren	41
3.5.1.1 Eignung der Luftbilder.....	41
3.5.1.2 Genauigkeit der terrestrischen Datenerhebung	42
3.5.2 Typisierungsansätze	43
3.5.2.1 Typisierung der Wälder nach Degradationsintensität	43
3.5.2.2 Typisierung der Wälder nach Bewirtschaftungspotential.....	43
3.5.3 Zur praktischen Bedeutung der Potentialtypen	44
 4 ABLEITUNG DER BEWIRTSCHAFTUNGSSTRATEGIE	
4.1 EINFÜHRUNG	46
4.2 BEWIRTSCHAFTUNGSMÖGLICHKEITEN TROPISCHER NATUR WÄLDER	46
4.3 METHODISCHES VORGEHEN	49
4.3.1 Analyse von Struktur und Konkurrenzsituation der Bestandeswerträger	49
4.3.2 Analyse der Lichtansprüche der Wirtschaftsbaumarten.....	50
4.4 ERGEBNISSE	51
4.4.1 Struktur und Konkurrenzsituation der künftigen Bestandeswerträger	51
4.4.1.1 Baumzahl, Grundfläche und Durchmesservertelung	51
4.4.1.2 Räumliche Verteilung	52
4.4.1.3 Soziale Stellung	53
4.4.1.4 Konkurrenzsituation	53
4.4.1.4.1 Bedränger von Werträgern	53
4.4.1.4.2 Lianen	54
4.4.2 Lichtansprüche der Wirtschaftsbaumarten	55
4.5 DISKUSSION UND WALDBAULICHE FOLGERUNGEN	55
4.5.1 Werträger-Ausstattung	55

4.5.2 Konkurrenzsituation	56
4.5.3 Lichtansprüche der Wirtschaftsbaumarten	57
4.5.4 Möglichkeiten einer Bewirtschaftung der Wälder	58
4.5.4.1 Ableitung der Bewirtschaftungsstrategie.....	58
4.5.4.2 Festlegung der Bewirtschaftungsvarianten.....	60

5 DURCHFÜHRUNG DER WALDBAULICHEN EINGRIFFE

5.1 EINFÜHRUNG	62
5.2 METHODISCHES VORGEHEN	62
5.2.1 Versuchsaufbau	62
5.2.2 Verfahrenstechnik bei der Eingriffsdurchführung.....	63
5.2.2.1 Bestandeserschließung.....	63
5.2.2.2 Bestandesauszeichnung.....	63
5.2.2.3 Durchforstung und Einschlag der erntereifen Bäume	64
5.2.2.4 Stehend-Abtöten von Bedrängern	65
5.2.2.5 Holzbringung	66
5.2.2.6 Verjüngungspflege und Anreicherungsplantation	66
5.2.2.7 Holzlagerung und -verkauf.....	66
5.2.3 Ausführendes Personal	67
5.2.4 Erfassung der ökonomisch relevanten Größen.....	67
5.2.5 Inventur der Schäden an den verbliebenen Beständen	68
5.2.6 Kontrolle der Wirkungen des Stehend-Abtötens von Bäumen	68
5.3 ERGEBNISSE.....	69
5.3.1 Ausgangsbestände der Bewirtschaftungsvarianten	69
5.3.2 Holzanfall und Faktoreinsatz bei den Eingriffen.....	69
5.3.2.1 Bestandeserschließung.....	70
5.3.2.2 Bestandesauszeichnung.....	70
5.3.2.3 Durchforstung und Einschlag der erntereifen Bäume	71
5.3.2.4 Stehend-Abtöten von Bäumen	72
5.3.2.5 Bringung des Sägeholzes	73
5.3.2.6 Verjüngungspflege und Anreicherungsplantation	73
5.3.2.7 Holzlagerung und -verkauf.....	74
5.3.2.8 Zusammenfassende Darstellung von Holzanfall und Faktoreinsatz bei den Bewirtschaftungsvarianten.....	75
5.3.3 Schäden an den verbliebenen Beständen.....	77
5.3.4 Veränderung der Bestandesstruktur durch die Eingriffe.....	78
5.3.4.1 Veränderung wichtiger Bestandeskennwerte.....	78
5.3.4.2 Verschiebung der Baumartenanteile	80
5.3.5 Wirksamkeit des Stehend-Abtötens von Bedrängern.....	81
5.4 DISKUSSION.....	82
5.4.1 Ableitung praxisrelevanter Daten unter Versuchsbedingungen	82

5.4.2 Holzanfall	83
5.4.3 Verfahrenstechnik und Faktoreinsatz	84
5.4.3.1 Bestandeserschließung	84
5.4.3.2 Bestandesauszeichnung	85
5.4.3.3 Bestandesschonende Holzernte	86
5.4.3.4 Stehend-Abtöten von Bedrängern	87
5.4.4 Naturnähe der Bewirtschaftung	89

6 VORAUSSICHTLICHE ENTWICKLUNG DER BESTÄNDE NACH DEN EINGRIFFEN

6.1 EINFÜHRUNG	91
6.2 METHODISCHES VORGEHEN	91
6.2.1 Festlegung des Prognosekollektivs	92
6.2.2 Festlegung des Zeitraums der Prognose	92
6.2.3 Herleitung der Durchmesserzuwächse	93
6.2.3.1 Herleitung der Gleichung zur Berechnung der Durchmesserzuwächse	93
6.2.3.2 Größen der Zuwachsverringerng und -steigerung	94
6.2.3.2.1 Baumartenspezifischer potentiell erreichbarer BHD-Zuwachs (id_{pot})	94
6.2.3.2.2 Zuwachsverringerng aufgrund der sozialen Stellung (zv_{soz})	94
6.2.3.2.3 Zuwachsverringerng aufgrund von Ernteschäden (zv_{esch})	96
6.2.3.2.4 Zuwachsverringerng aufgrund von Vitalitätsdefiziten (zv_{vit})	96
6.2.3.2.5 Zuwachsverringerng aufgrund von Lianenbewuchs (zv_{lia})	97
6.2.3.2.6 Zuwachssteierng durch Lianenaushieb (zs_{al})	97
6.2.3.2.7 Zuwachssteierng durch waldbauliche Pflegemaßnahmen (zv_{pn})	97
6.2.4 Herleitung der Stammhöhen	98
6.2.5 Ausscheiden der Bäume aus dem Prognosekollektiv	98
6.2.5.1 Natürliche Mortalität	99
6.2.5.2 Erreichen des Erntedurchmessers	99
6.2.5.3 Beschädigung im Zuge der Eingriffsdurchführung	100
6.2.6 Herleitung der Stammholzzuwächse und Erntemengen	100
6.3 ERGEBNISSE	100
6.3.1 Stammholzzuwächse	100
6.3.2 Erntemengen	102
6.3.3 Grundflächenentwicklung und Vorratshöhen	103
6.3.4 Entwicklung der Durchmesserstruktur	104
6.4 DISKUSSION	106
6.4.1 Methodische Ansatz der Prognose	106
6.4.2 Die prognostizierten Zuwächse im Vergleich mit Angaben aus anderen Regionen	108
6.4.3 Möglichkeiten von Zuwachssteierngen	109

7 BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG DER ÜBERFÜHRUNGEN

7.1 EINFÜHRUNG	110
7.2 METHODISCHES VORGEHEN	111
7.2.1 Erfolgsanalyse mittels Deckungsbeitragsrechnung	111
7.2.1.1 Erlöse der Ersteingriffe	112
7.2.1.2 Variable Kosten der Ersteingriffe.....	112
7.2.1.3 Herleitung der bei den Folgeeingriffen anfallenden Erlöse	113
7.2.1.4 Herleitung der bei den Folgeeingriffen anfallenden Kosten	113
7.2.2 Dynamische Investitionsrechnung.....	113
7.2.2.1 Berechnung der Kapitalwerte verschiedener Möglichkeiten einer Waldbewirtschaftung.....	113
7.2.2.2 Sensitivitätsanalysen hinsichtlich Holzpreis und kalkulatorischem Zinsfuß	115
7.2.2.3 Vergleich zwischen waldbwirtschaftlicher und landwirtschaftlicher Nutzung	115
7.3 ERGEBNISSE.....	116
7.3.1 Erlöse und Kosten der Ersteingriffe	116
7.3.2 Erntemengenabhängige Kosten	117
7.3.3 Künftig erzielbare Deckungsbeiträge bei Waldbewirtschaftung.....	118
7.3.4 Kapitalwertvergleich der Landnutzungsmöglichkeiten.....	119
7.3.4.1 Kapitalwerte bei Waldbewirtschaftung unter Berücksichtigung von Holzpreisveränderungen und verschiedenen kalkulatorischen Zinsfüßen.....	119
7.3.4.2 Vergleich der erzielbaren Kapitalwerte bei Waldbewirtschaft und Landwirtschaft....	120
7.4 DISKUSSION.....	121
7.4.1 Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Betriebe.....	121
7.4.2 Güte der Eingangsgrößen	122
7.4.2.1 Arbeitskosten	122
7.4.2.2 Bringungskosten.....	122
7.4.2.3 Holzpreise	123
7.4.3 Gewinnerwartungen bei nachhaltiger Waldbewirtschaftung	124
7.4.3.1 Gewinnerwartung bei gegebenen Rahmenbedingungen	124
7.4.3.2 Möglichkeiten einer Erfolgssteigerung	125
7.4.4 Durchsetzbarkeit einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung	126

8 SCHLUSSDISKUSSION

8.1 DIE WÄLDER DER ESTANCIA GOLONDRINA	128
8.2 WISSENSCHAFTLICHER BEITRAG DER ARBEIT ZUR WALDBAULICHEN FORSCHUNG IN PARAGUAY.....	129
8.3 PERSPEKTIVEN FÜR DIE PARAGUAYISCHEN NATURWÄLDER.....	130
8.3.1 Walderhaltung durch Bewirtschaftung.....	130

8.3.2 Walderhaltung mittels ordnungspolitischer Instrumente.....	132
8.3.3 Walderhaltung durch Kompensationszahlungen.....	135
8.4 SCHLUSSBEMERKUNG.....	136
 9 ZUSAMMENFASSUNG - RESUMEN - SUMMARY	
9.1 ZUSAMMENFASSUNG	137
9.2 RESUMEN	139
9.3 SUMMARY	141
 10 LITERATURVERZEICHNIS	144
 ANHANG	
ANHANG 1: BEGRIFFSERLÄUTERUNGEN.....	155
ANHANG 2: BAUMARTENÜBERSICHT.....	158
ANHANG 3: ESTANCIA GOLONDRINA.....	160
ANHANG 4: INVENTURPARAMETER	161
ANHANG 5: ARTSPEZIFISCHE DURCHMESSERVERTEILUNGEN DER WIRTSCHAFTSBÄUME	164
ANHANG 6: ABUNDANZVERÄNDERUNG DURCH DIE WALDBAULICHEN EINGRIFFE.....	167
ANHANG 7: ENTWICKLUNG DES PROGNOSEKOLLEKTIVS.....	169
ANHANG 8: EINGANGSGRÖSSEN ZUR BERECHNUNG DER VARIABLEN KOSTEN.....	172
ANHANG 9: ERLÖSE UND KOSTEN DER ERSTEINGRIFFE.....	173