

Danksagung

Meinem verehrten Doktorvater, Prof. Dr. Martin Moog, der schon zu Studienzeiten mein Interesse für Bewertungsfragen weckte, gilt mein vielfacher Dank. Er lenkte meine Aufmerksamkeit auf Phänomene der Verkehrssicherung und stand mir während der gesamten Entstehungszeit der Arbeit engagiert mit Rat und Tat zur Seite. Seine konstruktive Kritik, seine wertvollen methodischen Hinweise und vor allem die vielen freundlichen und fruchtbaren Gespräche haben die Dissertation in vorliegender Form überhaupt erst ermöglicht.

Verzeichnisse

I Inhaltsverzeichnis.....	4
II Abkürzungsverzeichnis.....	10
III Abbildungsverzeichnis.....	12
IV Tabellenverzeichnis.....	14
V Literaturverzeichnis.....	256

I Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	21
2 Material und Methode der Untersuchung	23
2.1 Untersuchungsziel	23
2.2 Methodik	23
2.3 Untersuchungsdesign	26
2.4 Abgrenzung der Erhebungsdaten	26
2.5 Methodik der Quantifizierung	29
2.5.1 Kontrolle der Verkehrssicherheit	29
2.5.2 Forstliche Maßnahmen zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit	29
2.5.3 Sicherungsmaßnahmen im Rahmen regulärer Holzernte	30
2.6 Angewandte statistische Verfahren	33
2.6.1 Deskriptive Statistik	33
2.6.1.1 T-Test und Varianzanalyse	33
2.6.1.2 Pearson'scher Korrelationskoeffizient	34
2.6.2 Analytische Statistik	35
2.6.2.1 Lineare Regression	35
3 Rechtslage und daraus resultierende Anforderungen an den Forstbetrieb	36
3.1 Juristische Aspekte der Verkehrssicherungspflicht	36
3.1.1 Prinzipien der Verkehrssicherungspflicht	36
3.1.2 Grundlagen der Haftung	37
3.1.3 Haftung im privaten Waldbesitz	39
3.1.3.1 Deliktsrechtliche Haftung nach §§ 823, 831 BGB	39
3.1.3.2 Haftung auf Grundlage eines Vertrags	41
3.1.4 Haftung im öffentlichen Waldbesitz	42
3.1.4.1 Deliktsrechtliche Haftung nach § 839 BGB	42
3.1.4.2 Haftung auf Grundlage eines Vertrags	43
3.2 Verkehrssicherungspflicht des Straßenbaulastträgers	45
3.2.1 Begriffsbestimmung	45
3.2.2 Verkehrssicherungspflicht und Straßenklassen	46
3.2.2.1 Bundesautobahnen	46
3.2.2.2 Bundesstraßen	46
3.2.2.3 Staats- oder Landstraßen	47
3.2.2.4 Kreisstraßen	47

3.2.2.5	Gemeindestraßen	47
3.2.2.6	sonstige öffentliche Straßen.....	47
3.2.2.7	Bahnstrecken.....	48
3.2.2.8	Wasserstraßen.....	48
3.2.2.9	Forstwirtschaftswege	48
3.3	Abgrenzung der Verkehrssicherungspflicht des Waldbesitzers von der des Straßenbaulastträgers	49
3.4	Erforderlicher Umfang der Verkehrssicherungspflicht für den Waldbesitzer	50
3.4.1	Verkehrssicherungspflicht an öffentlichen Straßen	50
3.4.1.1	Kontrollfrequenz.....	51
3.4.1.2	Art der Kontrolle	52
3.4.1.3	Sicherungsmaßnahmen.....	53
3.4.2	Verkehrssicherungspflicht an Forstwirtschaftswegen	53
3.4.3	Verkehrssicherungspflicht im Bestandesinneren	55
3.4.4	Verkehrssicherungspflicht an Naturdenkmälern.....	56
3.4.4.1	Rechtslage.....	56
3.4.4.2	Kostenlast der Verkehrssicherung an Naturdenkmälern.....	57
3.4.5	Umfang der Verkehrsicherungspflicht unter der Beachtung der aktuellen wirtschaftlichen Situation von Forstbetrieben.....	59
4	Regelungen der Länder zur Verkehrssicherungspflicht.....	60
4.1	Art der Kontrollen.....	60
4.2	Kontrollfrequenz.....	61
4.3	Fazit.....	62
5	Ergebnisse	66
5.1	Fragebogenversand und Rücklaufquote	66
5.2	Kennzahlen der Untersuchungsreviere.....	66
5.2.1	Verteilung der untersuchten Reviere nach Bundesländern.....	66
5.2.2	Kategorisierung nach Baumartenanteil	67
5.2.3	Topographische Verteilung	68
5.2.4	Differenzierung nach Besitzart	69
5.2.5	Verteilung nach Straßenklassen	70
5.3	Kontrolle der Verkehrssicherheit.....	72
5.3.1	Gefährdungsursachen	72
5.3.2	Kritische Baumhöhe.....	75

5.3.3	Kontrollaufwand	78
5.3.3.1	Kontrollaufwand nach Baumarten und Straßenklassen	78
5.3.3.2	Kontrollaufwand und Topographie	82
5.3.3.3	Kontrollaufwand und Erholungsdruck	83
5.3.3.4	Kontrollaufwand nach Bundesländern	86
5.3.4	Kontrollfrequenz.....	91
5.3.5	Zeitpunkt der Kontrolle	95
5.3.6	Kontrollpersonal	96
5.3.7	Dokumentation.....	98
5.3.8	Outsourcing von Kontrolltätigkeiten	99
5.3.9	Verwaltungsaufwand der Kontrolle	100
5.4	Forstliche Sicherungsmaßnahmen zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit an Straßen	105
5.4.1	Definition.....	105
5.4.2	Akutmaßnahmen.....	105
5.4.2.1	Ausprägungsformen von Akutmaßnahmen.....	105
5.4.2.2	Einflussgrößen auf den Umfang von Akutmaßnahmen.....	107
5.4.2.2.1	Überblick.....	108
5.4.2.2.2	Akutaufwand nach Revierkategorien	108
5.4.2.2.3	Akutaufwand nach Bundesländern	111
5.4.2.2.4	Akutaufwand nach Besitzart.....	116
5.4.2.2.5	Akutaufwand nach Topographie	118
5.4.2.2.6	Akutaufwand in Abhängigkeit von der Kontrollintensität	119
5.4.2.3	Durchführung von Akutmaßnahmen	121
5.4.3	Vorbeugende Maßnahmen	123
5.4.3.1	Überblick.....	123
5.4.3.1.1	Ausprägungsformen vorbeugender Maßnahmen.....	123
5.4.3.1.2	Wiederholungsfrequenz vorbeugender Maßnahmen	124
5.4.3.1.3	Übersicht über die Datenbasis.....	126
5.4.3.1.4	Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen	130
5.4.3.2	Einflussgrößen auf den Umfang vorbeugender Maßnahmen.....	133
5.4.3.2.1	Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen nach Baumart	134
5.4.3.2.2	Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen nach Baumhöhe	137
5.4.3.2.3	Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen in Abhängigkeit von der	

Wiederholungsfrequenz	138
5.4.3.2.4 Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen nach Straßenklassen.....	138
5.4.3.2.5 Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen nach Bundesländern.....	141
5.4.3.2.6 Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen nach Besitzart.....	147
5.4.3.2.7 Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen nach Topographie.....	149
5.4.4 Maschineneinsatz im Zuge forstlicher Maßnahmen.....	151
5.4.4.1 Art der eingesetzten Maschinen.....	151
5.4.4.2 Herkunft der eingesetzten Maschinen.....	152
5.4.5 Outsourcing vorbeugender Maßnahmen	152
5.4.6 Kooperation mit anderen Behörden oder Einrichtungen	154
5.4.7 Verwaltungsaufwand forstlicher Verkehrssicherungsmaßnahmen.....	154
5.5 Sicherungsmaßnahmen im Rahmen regulärer Holzernte an Straßen	156
5.5.1 Definition.....	156
5.5.2 Verkehrsrechtliche Bestimmungen bei Sperrung von öffentlichen Straßen	158
5.5.3 Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte an öffentlichen Straßen ...	159
5.5.3.1 Kritische Baumhöhe.....	159
5.5.3.2 Art der ergriffenen Maßnahmen	159
5.5.3.3 Mehrkosten für Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte	160
5.5.3.3.1 Mehrkosten der Holzernte nach Art der Sicherung	162
5.5.3.3.2 Mehrkosten der Holzernte durch Sicherungsmaßnahmen nach Baumarten	164
5.5.3.3.3 Mehrkosten der Holzernte durch Sicherungsmaßnahmen nach Bundesländern.....	165
5.5.3.3.4 Mehrkosten der Holzernte durch Sicherungsmaßnahmen nach Besitzarten	168
5.5.3.3.5 Mehrkosten der Holzernte nach Topographie.....	170
5.5.4 Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte an Forststraßen.....	170
5.5.4.1 Art und Umfang von Sicherungsmaßnahmen an Forststraßen.....	172
5.5.4.2 Mehrkosten durch Sicherungsmaßnahmen an Forststraßen	172
5.5.5 Verkehrssicherung an Bahnstrecken	173
5.5.6 Outsourcing von Holzerntemaßnahmen mit Verkehrssicherung	173
5.5.7 Verwaltungsaufwand für Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte...	174
6 Abschätzung des jährlichen Verkehrssicherungsaufwandes anhand der in der Untersuchung gewonnenen Daten	176
6.1 Verkehrssicherungsaufwand an öffentlichen Straßen.....	176
6.1.1 Verkehrssicherungsaufwand durch Kontrolltätigkeiten	176

6.1.2	Verkehrssicherungsaufwand durch forstliche Maßnahmen	183
6.1.3	Verkehrssicherungsaufwand im Rahmen regulärer Holzernte an Straßen	191
6.1.4	Gesamtabschätzung der Aufwendungen für Verkehrssicherung	196
6.1.5	Verwaltungsaufwand für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen.....	199
6.2	Verkehrssicherungsaufwand an Forststraßen	200
6.3	Zusammenfassung der Ergebnisse	205
6.4	Volkswirtschaftliche Bedeutung der Ergebnisse	208
7	Bewertungsmodell für Aufwendungen zur Verkehrssicherung	215
7.1	Methodik der Bewertung	216
7.1.1	Ertragsbewertung als methodisches Grundgerüst	216
7.1.2	Bodenerwartungswert von Faustmann als Grundlage eines Bewertungsmodells für Aufwendungen zur Verkehrssicherung	218
7.2	Bewertungsmodell für Aufwendungen zur Verkehrssicherung.....	220
7.2.1	Bewertungsmodell für Kontrolltätigkeiten	222
7.2.2	Bewertungsmodell für forstliche Maßnahmen	224
7.2.2.1	Akutmaßnahmen.....	224
7.2.2.2	Vorbeugende Maßnahmen	226
7.2.3	Bewertungsmodell für durch Verkehrssicherung verursachte Mehrkosten regulärer Holzernte	228
7.2.4	Gesamtmodell für durch Verkehrssicherung verursachte Aufwendungen	230
7.3	Bewertung der Aufwendungen für Verkehrssicherung auf Basis der Faustmannformel.....	232
8	Diskussion und Fazit	243
9	Zusammenfassung	252
10	Anhang	262
10.1	Kontrolle.....	262
10.1.1	Gefahrenquellen	262
10.1.2	Kontrollaufwand: statistische Kennwerte.....	267
10.1.3	Kontrollaufwand: Häufigkeiten	269
10.1.4	Kontrollaufwand in den Bundesländern	275
10.1.5	Kontrollfrequenz.....	277
10.2	Forstliche Verkehrssicherungsmaßnahmen.....	279
10.2.1	Vorbeugende Maßnahmen	279
10.2.1.1	Baumarten als Gegenstand vorbeugender Maßnahmen	279

10.2.1.2	Arbeitsstunden nach Straßenklassen	280
10.2.1.3	Arbeitsstunden nach Bundesländern	281
10.3	Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte an Straßen.....	283
10.3.1	Mehrkosten für die Holzernte nach Baumarten.....	283
10.3.2	Absicherung: Kritische Baumhöhe	283
10.4	Fragebogen.....	284

II Abkürzungsverzeichnis

Allgemeine Forst Zeitschrift	AFZ
Am angegebenen Ort	a.a.O.
Anzahl Nennungen	N
Arithmetisches Mittel	∅
Baumart	BA
Bayerisches Beamtengesetz	BayBG
Bayerisches Straßen- und Wege Gesetz	BayStrWG
Betriebsberater (Zeitschrift)	BB
Bundesangestelltentarifvertrag	BAT
Bundesautobahn	BAB
Bundesfernstraßengesetz	FstrG
Bundesgerichtshof	BGH
Bundesverband der landwirtschaftlichen	BLB
Berufsgenossenschaften	
Bundeswaldgesetz	BWaldG
Bürgerliches Gesetzbuch	BGB
Der Betrieb (Zeitschrift)	DB
Forstbetriebsgemeinschaft	FBG
Forststraße	F
Frankfurt am Main	FfM
Gemeindestraße	G
Gemeindeunfallversicherungsverband	GUV
Holzernte	HE
Kapitel	Kap
Kreisstraße	K
Landratsamt (Kreisverwaltungsbehörde)	LRA
Laufmeter	Lfm
Kilometer öffentliche Straßen und Bahnstrecken	Km öSB
Manteltarifvertrag für Waldarbeiter	MTW
Natur und Recht (Zeitschrift)	NuR
Neue Juristische Wochenschrift	NJW
Neue Zeitschrift zum Verwaltungsrecht	NVwZ

Oberlandesgericht	OLG
Standardabweichung	σ
Standardfehler	stdfehler
Straßen- und Wegegesetz NRW	StrWGNW
Stunde	H
Umwelt- und Planungsrecht (Zeitschrift)	UPR
Vergleiche	Vgl
Versicherungsrecht (Zeitschrift)	VersR
Waldbesitzervereinigung	WBV

III Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Abgrenzung der verschiedenen Kategorien der Verkehrssicherung	28
Abb. 2	Methodisches Vorgehen zur Quantifizierung des Aufwandes für Verkehrssicherung	31
Abb. 3	Juristische Kategorien von Schadenersatzansprüchen.....	38
Abb. 4	Struktur des Amtshaftungsrecht nach MEINS (1993)	44
Abb. 5	Gefahrenquellen der Verkehrssicherheit an Nadelbäumen.....	73
Abb. 6	Gefahrenquellen der Verkehrssicherheit an Laubbäumen	74
Abb. 7	Kritische Baumhöhen differenziert nach Baumarten	76
Abb. 8	Zeitaufwand für visuelle Kontrollen der Verkehrssicherheit bei Fichte, Kiefer, Eiche und Buche	79
Abb. 9	Kontrollaufwand und Erholungsdruck an öffentlichen Straßen.....	84
Abb. 10	Kontrollaufwand und Erholungsdruck an Forststraßen	85
Abb. 11	Kontrollfrequenz an Forst-, Wasser und sonstigen Straßen.....	91
Abb. 12	Kontrollfrequenz an öffentlichen Straßen und Bahnstrecken	92
Abb. 13	Jahreszeitliche Verteilung der Verkehrssicherungskontrollen	96
Abb. 14	Planungs- und Verwaltungszeitaufwand für Kontrolltätigkeiten.....	101
Abb. 15	Zeitaufwand für bestimmte Akutmaßnahmen [h/km].....	106
Abb. 16	Jährlicher Akutauswand an öffentlichen Straßen nach Besitzart [h/km].....	117
Abb. 17	Akutauswand an öffentlichen Straßen nach Topographie [h/km].....	119
Abb. 18	Akutauswand an öffentlichen Straßen nach Kontrollintensität [h/km].....	120
Abb. 19	Akutauswand an Forststraßen nach Kontrollintensität [h/km]	120
Abb. 20	Anteil verschiedener Maßnahmen am Gesamtzeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen	124
Abb. 21	Wiederholungsfrequenz vorbeugender Maßnahmen	125
Abb. 22	Baumarten als Gegenstand der untersuchten vorbeugenden Maßnahmen....	129
Abb. 23	Zeitaufwand für verschiedene Maßnahmen [h/km]	132
Abb. 24	Zeitaufwand für die Absperrung bei verschiedenen Maßnahmen [h/km]	133
Abb. 25	Arbeitsstunden bei vorbeugenden Maßnahmen nach Baumarten [h/km]	135
Abb. 26	Absperrung vorbeugender Maßnahmen: Stundenbedarf nach Baumarten.....	137
Abb. 27	Arbeitsstunden bei vorbeugenden Maßnahmen nach Straßenklassen.....	139
Abb. 28	Stundenbedarf für Absperrungen bei vorbeugenden Maßnahmen nach Straßenklassen	140
Abb. 29	Gefahrenbereich bei der Holzernte	156

Abb. 30	Reduzierter Gefahrenbereich bei Seilwindeneinsatz.....	157
Abb. 31	Prozentuale Mehrkosten der Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen im Vergleich zu Holzerntekosten im Bestand; Differenzierung nach Art der Sicherungsmaßnahme.....	162
Abb. 32	Prozentuale Mehrkosten der Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen im Vergleich zu Holzerntekosten im Bestand; nach Baumarten.....	164
Abb. 33	Verkehrssicherung bei der Holzernte an Forststraßen.....	171
Abb. 34	Standardabspernung von Forststraßen	172
Abb. 35	Optimierungsmodell der Kosten für Verkehrsicherung in Abhängigkeit vom Straßenabstand [m] am Beispiel der Baumart Fichte.....	249

IV Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Übersicht über die Verwaltungsvorschriften der Länder zur Verkehrssicherungspflicht	63
Tab. 2 Verteilung der untersuchten Reviere nach Bundesländern	67
Tab. 3 Revierkategorien nach Baumart und Baumartengruppen	68
Tab. 4 Verteilung der Untersuchungsreviere nach Topographie und Bundesländern ..	69
Tab. 5 Verteilung der untersuchten Reviere nach Besitzarten und Bundesländern	70
Tab. 6 Kontrollstrecken [km] nach Straßenklassen je Revier	71
Tab. 7 Kritische Baumhöhen [m] in tabellarischer Form	77
Tab. 8 Kritische Baumhöhe: Signifikante Unterschiede zwischen den Hauptbaumarten.....	77
Tab. 9 Kennwerte für den Kontrollaufwand [h/km und Kontrolle].....	81
Tab. 10 Einfluss der Topographie auf die Kontrollzeit [h/km (einseitig)].....	83
Tab. 11 Korrelation von Kontrollaufwand und Verkehrsintensität	85
Tab. 12 Kontrollaufwand nach Bundesländern und Straßenkategorien.....	87
Tab. 13 Kontrollaufwand an öffentlichen Straßen und Bahnstrecken: Signifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern	88
Tab. 14 Kontrollaufwand an Forststraßen: Signifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern	89
Tab. 15 Unterschiede beim mittleren Kontrollaufwand in Abhängigkeit von der Regelungsdichte einschlägiger Verwaltungsvorschriften	90
Tab. 16 Kontrollfrequenz an Straßen im Wald.....	93
Tab. 17 Übersicht über das Personal, das die Kontrollen durchführt.....	97
Tab. 18 Aufwand für Planung und Verwaltung von Kontrolltätigkeiten	102
Tab. 19 Zeitaufwand für Planung und Verwaltung nach Bundesländern [h/km]	103
Tab. 20 Zeitaufwand für Planung und Verwaltung nach Besitzart [h/km]	104
Tab. 21 Überblick über den jährlichen Aufwand für Akutmaßnahmen [h/km]	108
Tab. 22 Jährlicher Akutaufwand in Arbeitsstunden je km öffentlicher Straße nach Revierkategorien	109
Tab. 23 Jährlicher Akutaufwand in Maschinenarbeitsstunden je km öffentlicher Straße nach Revierkategorien	109
Tab. 24 Arbeitsstunden je km: Signifikante Unterschiede zwischen den Revierkategorien	110
Tab. 25 MAS je km: Signifikante Unterschiede zwischen den Revierkategorien.....	111

Tab. 26	Jährlicher Akutaufwand in Arbeitsstunden je km öffentlicher Straße nach Bundesländern	112
Tab. 27	Jährlicher Akutaufwand in Maschinenarbeitsstunden je km öffentlicher Straße nach Bundesländern.....	113
Tab. 28	Akutaufwand in Arbeitsstunden: Signifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern	114
Tab. 29	Akutaufwand in MAS: Signifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern	115
Tab. 30	Unterschiede beim mittleren Akutaufwand in Abhängigkeit von der Regelungsdichte der Bundesländer	116
Tab. 31	Akutaufwand in Arbeitsstunden: Signifikante Unterschiede zwischen den Besitzarten	118
Tab. 32	Akutaufwand in MAS: Signifikante Unterschiede zwischen den Besitzarten ...	118
Tab. 33	Korrelation von Kontrollintensität und Akutaufwand	121
Tab. 34	Durchführende von Akutmaßnahmen und deren Anteil am Gesamtzeitaufwand.....	122
Tab. 35	Verteilung der untersuchten vorbeugenden Maßnahmen nach Straßenklassen	127
Tab. 36	Verteilung der untersuchten vorbeugenden Maßnahmen nach Art der Maßnahme	128
Tab. 37	Gegenüberstellung der Verteilung der Baumarten nach BWI II und deren Häufigkeit als Gegenstand vorbeugender Maßnahmen	129
Tab. 38	Kennzahlen zur Größenordnung der analysierten vorbeugenden Maßnahmen [h/km]	131
Tab. 39	Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen nach Baumarten.....	136
Tab. 40	Arbeitsstunden bei vorbeugenden Maßnahmen: Signifikante Unterschiede zwischen den Baumarten	136
Tab. 41	MAS bei vorbeugenden Maßnahmen: Signifikante Unterschiede zwischen den Baumarten.....	136
Tab. 42	Stundenbedarf für Durchführung und Absperrung vorbeugender Maßnahmen nach Bundesländern	142
Tab. 43	Arbeitsstunden für vorbeugende Maßnahmen: Signifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern	143
Tab. 44	Maschinenarbeitsstunden für vorbeugende Maßnahmen: Signifikante	

Unterschiede zwischen den Bundesländern	144
Tab. 45 Absperrungsstunden durch eigene Arbeiter: Signifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern	145
Tab. 46 Absperrungsstunden durch drittfinanzierte Arbeiter: Signifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern	146
Tab. 47 Unterschiede beim Vorbeugungsaufwand in Abhängigkeit von der Regelungsdichte der Bundesländer	147
Tab. 48 Unterschiede bei vorbeugenden Maßnahmen nach Besitzart.....	148
Tab. 49 Unterschiede beim Vorbeugungsaufwand nach Topographie [h/km]	150
Tab. 50 Maschineneinsatz bei forstlichen Verkehrssicherungsmaßnahmen nach Straßenklassen	151
Tab. 51 Herkunft der zu Sicherungsmaßnahmen eingesetzten Maschinen	152
Tab. 52 Zeitaufwand für Planung und Verwaltung forstlicher Verkehrssicherungsmaßnahmen.....	155
Tab. 53 Verkehrsrechtliche Zuständigkeiten nach Straßenklassen.....	158
Tab. 54 Absicherung: Kritische Baumhöhe	159
Tab. 55 Größenordnung der Mehrkosten im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen im Vergleich zu Holzerntekosten im Bestand	160
Tab. 56 Häufigkeitsverteilung der Mehrkosten für Sicherungsmaßnahmen	161
Tab. 57 Mehrkosten der Holzernte durch Sicherungsmaßnahmen: Signifikante Unterschiede zwischen den Baumarten	165
Tab. 58 Prozentuale Mehrkosten der Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen im Vergleich zu Holzerntekosten im Bestand; nach Bundesländern	166
Tab. 59 Mehrkosten der Holzernte durch Sicherungsmaßnahmen: Signifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern	167
Tab. 60 Unterschiede der Mehrkosten der Holzernte durch Verkehrssicherung in Abhängigkeit von der Regelungsdichte der Bundesländer.....	168
Tab. 61 Prozentuale Mehrkosten der Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen im Vergleich zu Holzerntekosten im Bestand; nach Besitzarten	169
Tab. 62 Mehrkosten der Holzernte durch Verkehrssicherung: Signifikante Unterschiede zwischen den Besitzarten.....	169

Tab. 63	Prozentuale Mehrkosten der Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen im Vergleich zu Holzerntekosten im Bestand; nach Topographie.....	170
Tab. 64	Prozentuale Mehrkosten durch Sicherungsmaßnahmen an Forststraßen.....	173
Tab. 65	Jährlicher Zeitaufwand für Planung und Verwaltung regulärer Holzerntemaßnahmen an öffentlichen Straßen und Bahnstrecken [h/km]	174
Tab. 67	Herleitung der Parameter für die lineare Abschätzung der jährlichen Kosten für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen	177
Tab. 68	Parameter für die lineare Abschätzung der jährlichen Kosten für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen	178
Tab. 69	Jährlicher Kontrollaufwand in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Eiche [€/km*a ⁻¹]	180
Tab. 70	Jährlicher Kontrollaufwand in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Buche [€/km*a ⁻¹]	181
Tab. 71	Jährlicher Kontrollaufwand in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Fichte [€/km*a ⁻¹].....	181
Tab. 72	Jährlicher Kontrollaufwand in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Kiefer [€/km*a ⁻¹].....	182
Tab. 73	Vorbeugende Maßnahmen: Mittelwerte von Arbeitsstunden und MAS und die zugrunde liegende mittlere Wiederholungsfrequenz.....	184
Tab. 74	Regressionsgleichungen zur Berechnung der Aufwandsgrößen forstlicher Maßnahmen in Abhängigkeit von der Wiederholungsfrequenz (WF)	185
Tab. 75	Standardisierte Aufwandsgrößen forstlicher Maßnahmen bei einer Wiederholungsfrequenz von 3,33 Jahren.....	185
Tab. 76	Abschätzung des Aufwandes durch forstliche Maßnahmen: Überblick über die der Abschätzung zugrunde liegenden Parameter	186
Tab. 77	Berechnungsdarstellung für forstliche Maßnahmen [€/km*a ⁻¹].....	187
Tab. 78	Jährlicher Aufwand für forstliche Maßnahmen in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Eiche [€/km*a ⁻¹].....	188
Tab. 79	Jährlicher Aufwand für forstliche Maßnahmen in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Buche [€/km*a ⁻¹].....	189
Tab. 80	Jährlicher Aufwand für forstliche Maßnahmen in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Fichte [€/km*a ⁻¹].....	189
Tab. 81	Jährlicher Aufwand für forstliche Maßnahmen in Abhängigkeit von	

	Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Kiefer [€/km*a ⁻¹]	190
Tab. 82	Berechnungsdarstellung für Aufwendungen im Rahmen regulärer Holzernte [€/km*a ⁻¹]	192
Tab. 83	Jährlicher Mehraufwand durch Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Eiche [€/km*a ⁻¹]	193
Tab. 84	Jährlicher Mehraufwand durch Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Buche [€/km*a ⁻¹]	194
Tab. 85	Jährlicher Mehraufwand durch Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Fichte [€/km*a ⁻¹]	194
Tab. 86	Jährlicher Mehraufwand durch Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Kiefer [€/km*a ⁻¹]	195
Tab. 87	Jährliche Aufwendungen für Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen; Baumart Eiche [€/km*a ⁻¹]	196
Tab. 88	Jährliche Aufwendungen für Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen; Baumart Buche [€/km*a ⁻¹]	197
Tab. 89	Jährliche Aufwendungen für Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen; Baumart Fichte [€/km*a ⁻¹]	197
Tab. 90	Jährliche Aufwendungen für Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen; Baumart Kiefer [€/km*a ⁻¹]	198
Tab. 91	Überblick über jährliche Verwaltungs- und Planungsaufwendungen für die Verkehrssicherungskategorien Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung	199
Tab. 92	Parameter für die lineare Abschätzung der Kosten für Verkehrssicherung an Forststraßen	201
Tab. 93	Jährliche Aufwendungen für Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung an	

	Forststraßen; Baumart Eiche [€/km*a ⁻¹]	202
Tab. 94	Jährliche Aufwendungen für Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung an Forststraßen; Baumart Buche [€/km*a ⁻¹]	203
Tab. 95	Jährliche Aufwendungen für Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung an Forststraßen; Baumart Fichte [€/km*a ⁻¹]	203
Tab. 96	Jährliche Aufwendungen für Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung an Forststraßen; Baumart Kiefer [€/km*a ⁻¹]	204
Tab. 97	Summe der über das Bestandesleben angefallenen unverzinsten Aufwendungen und durchschnittlicher Aufwand pro Jahr für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen [€/km*a ⁻¹]	206
Tab. 98	Summe der über das Bestandesleben angefallenen unverzinsten Aufwendungen und durchschnittlicher Aufwand pro Jahr für Verkehrssicherung an Forststraßen [€/km*a ⁻¹]	207
Tab. 99	Datengrundlage für die Berechnung der Straßenlänge im Wald	210
Tab. 100	Länge öffentlicher Straßen im Wald nach Straßenklassen.....	211
Tab. 101	Abschätzung des durch Verkehrssicherung von Straßen im Wald verursachten Gesamtaufwands in der BRD	213
Tab. 102	Abschätzung des jährlichen Gesamtaufwands für Verkehrssicherung von Straßen im Wald in einem fiktiven 1000 ha - Forstbetrieb.....	214
Tab. 103	Beispiel zur Berechnung der Kontrollfläche	223
Tab. 104	Beispiel für die Berechnung sich im Lauf des Bestandeslebens verändernder unterschiedlich hoher Kontrollaufwendungen (Dekadenwerte)	224
Tab. 105	Beispiel für die Berechnung sich im Lauf des Bestandeslebens verändernder unterschiedlich hoher Akutaaufwendungen (Dekadenwerte).....	226
Tab. 106	Beispiel für die Berechnung sich im Lauf des Bestandeslebens verändernder unterschiedlich hoher vorbeugender Aufwendungen (Dekadenwerte).....	228
Tab. 107	Beispiel für die Berechnung sich im Lauf des Bestandeslebens verändernder unterschiedlich hoher Mehraufwendungen durch Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte (Dekadenwerte)	230
Tab. 108	Berechnung des Barwerts des Zeitaufwands für Verkehrssicherung mittels	

des Rentenbarwertfaktors	231
Tab. 109 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen [€/km]	233
Tab. 110 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an Forststraßen [€/km] ..	234
Tab. 111 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen; Bewertung erfolgt zum jeweiligen Bestandesalter; Baumart Eiche [€/km].....	236
Tab. 112 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen; Bewertung erfolgt zum jeweiligen Bestandesalter; Baumart Buche [€/km].....	237
Tab. 113 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen; Bewertung erfolgt zum jeweiligen Bestandesalter; Baumart Fichte [€/km].....	238
Tab. 114 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen; Bewertung erfolgt zum jeweiligen Bestandesalter; Baumart Kiefer [€/km]	239
Tab. 115 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an Forststraßen; Bewertung erfolgt zum jeweiligen Bestandesalter; Baumart Eiche [€/km].....	240
Tab. 116 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an Forststraßen; Bewertung erfolgt zum jeweiligen Bestandesalter; Baumart Buche [€/km].....	241
Tab. 117 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an Forststraßen; Bewertung erfolgt zum jeweiligen Bestandesalter; Baumart Fichte [€/km].....	241
Tab. 118 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an Forststraßen; Bewertung erfolgt zum jeweiligen Bestandesalter; Baumart Kiefer [€/km]	242

1 Einleitung

In unserer Rechtsordnung hat jedes Wirtschaftsunternehmen darauf zu achten, dass durch sein wirtschaftliches Handeln Dritte nicht unbillig zu Schaden kommen.

Gesellschaftliche Angemessenheitsvorstellungen definieren, was jeweils unter „unbillig“ zu verstehen ist. Sie ändern sich im Zeitablauf und finden ihren Niederschlag in der jeweiligen Auslegung der geltenden Gesetze.

Wirtschaftsunternehmen sind gut beraten, Änderungen in den gesellschaftlichen Angemessenheitsvorstellungen sorgfältig zu verfolgen und sich frühzeitig auf hieraus resultierende Änderungen der Rechtspraxis einzustellen. Damit vermeiden Wirtschaftsunternehmen Schadenersatzforderungen Dritter und stellen nachhaltig ihre „licence to operate“ (CLARKE ET AL., 2001) seitens der Gesellschaft sicher.

Forstbetriebe sehen sich im Zuge eines allgemein steigenden gesellschaftlichen Anspruchsbewusstseins in den letzten Jahren deutlich erhöhten Anforderungen hinsichtlich ihrer Verkehrssicherungspflicht gegenüber. Was bislang als unvermeidbares Lebensrisiko angesehen wurde, etwa ein Schaden an einem PKW durch einen herabgefallenen Ast auf einem öffentlichen Waldparkplatz, kann heute wegen unterlassener oder nicht ordnungsgemäß durchgeführter und dokumentierter Kontrolle ein Verstoß gegen die Verkehrssicherungspflicht und damit schadenersatzpflichtig sein (vgl. GEBHARD 1995).

Die Pflicht zur Verkehrssicherung ist in aller Regel mit mehr oder weniger hohem Aufwand für den Forstbetrieb verbunden. Demgegenüber stehen vermiedene Aufwendungen, die schwer quantifizierbar sind. Sie ergeben sich aus dem erfolgreichen Bemühen, etwaige Schadenersatzforderungen an den Forstbetrieb zu vermeiden. Nun liegt es in der Natur der Sache, dass niemand weiß, wie hoch die durch Verkehrssicherungsaufwendungen vermiedenen Schadenersatzzahlungen wirklich gewesen wären, hätte man auf eine Sicherung gänzlich verzichtet. Während tatsächlich angefallene Schäden gut dokumentiert sind, zum Teil in Form von Gerichtsakten, sind die Aufwendungen für die Verkehrssicherung im privaten und öffentlichen Waldbesitz in Deutschland kaum oder überhaupt nicht erfasst. Nach allgemeinem Dafürhalten gelten Schadenersatzleistungen, die aus einer verletzten Verkehrssicherungspflicht resultieren, bislang sowohl in ihrem Umfang als auch in

ihrer Anzahl eher als gering. Über das dynamische Potential dieser Schadenssituation ist damit freilich noch nichts ausgesagt. Jedenfalls erscheint eine Untersuchung unter betriebswirtschaftlichem Aspekt geboten und vielversprechend.

2 Material und Methode der Untersuchung

2.1 Untersuchungsziel

Unter Verkehrssicherungspflicht im Kontext vorliegender Arbeit versteht man die Pflicht der an Verkehrswege angrenzenden Waldbesitzer, von den angrenzenden Waldgrundstücken ausgehende Gefahren für die Benutzer der Verkehrswege zu vermeiden. Die zur Erfüllung dieser Verkehrssicherungspflicht getroffenen Maßnahmen und ihre Kosten sowie die im Zusammenhang mit der Verkehrssicherungspflicht vom Management von Forstbetrieben zu treffenden Entscheidungen sind Gegenstand der im Folgenden vorzustellenden empirischen Untersuchung. Das erste Ziel dieser Untersuchung ist eine möglichst weitgehende Quantifizierung aller durch die Verkehrssicherungspflicht an Verkehrswegen verursachten Aufwendungen und, soweit möglich, ihrer Bestimmungsgrößen. Zweitens sollen bestehende Bewertungsmodelle um ein Modell erweitert werden, das den Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an Straßen einbezieht und damit den Forstbetrieben ein Entscheidungsmodell zur Bewirtschaftung von Wäldern entlang von Straßen zur Verfügung stellt. Drittens kann die in Wert gesetzte Sicherheitsleistung für öffentliche Straßen und für den Erholungs- und Kulturraum Wald zur Wahrung der Position der Forstbetriebe in den gesellschaftlichen Diskurs eingebracht werden. Schließlich sollen die gewonnenen Daten und Zusammenhänge als empirische Grundlage zur Entwicklung eines formalen Bewertungsmodells verwendet werden. Aus der empirischen Untersuchung ausgeklammert bleibt, wegen der Vielfalt der Erscheinungen, die Verkehrssicherungspflicht im Umfeld von prominenten Einzelobjekten, beispielsweise von Naturdenkmälern.

2.2 Methodik

Die Erfassung der aktuellen Aufwendungen für Verkehrssicherung ist ein zentraler Punkt der vorliegenden Arbeit. Als geeigneter Kompromiss zwischen einem vertretbarem Erfassungsaufwand einerseits und ausreichend genauer Erfassung und quantitativer Analyse der Aufwandkategorien andererseits wurde die Ermittlung mittels schriftlicher Befragung gewählt. Alternativ kamen als Untersuchungsinstrument Zeitstudien und Experteninterviews in Frage. Jedoch war eine möglichst breite Datenbasis als Eingangsbedingung konzeptionell erwünscht

und notwendig, um bei dem vielschichtigen und facettenreichen Erfahrungsobjekt "Verkehrssicherung" klare Aussagen zu ermöglichen. Unterschiedliche Waldbesitzarten sowie unterschiedliche naturräumliche und strukturelle Rahmenbedingungen der Forstbetriebe (Topographie, Baumarten, Erholungsdruck, etc.), geben einen Eindruck von der Vielschichtigkeit des Themas. Die mit einer schriftlichen Befragung vergleichsweise einfach zu erzielende relativ große Stichprobe gab den Ausschlag zur Verwendung des Fragebogens als Untersuchungsinstrument. Eine vergleichbar große Stichprobe wäre bei Anwendung von Zeitstudien und Experteninterviews nur mit einem ungleich höheren Aufwand möglich gewesen, der jedoch den Rahmen der vorliegenden Untersuchung gesprengt hätte. Weiterhin lässt sich der quantitative Aspekt der Verkehrssicherung vergleichsweise einfach anhand der dem Fragebogen beigefügten Tabellen erfassen (vgl. Fragebogen im Anhang). Es wurde daher ein Fragebogen entwickelt, mit dem die im Jahr 2001 konkret angefallenen Kosten in den Forstbetrieben erfragt wurden. Zu diesem Zweck gliedert sich der Fragebogen in drei Teile. Der erste Teil erfasst allgemeine Einschätzungen der Experten zum Umfang der Kontrolle der Verkehrssicherheit. Der zweite Teil beschäftigt sich mit den forstlichen Maßnahmen zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit, während im dritten Teil Sicherungsmaßnahmen, die im Rahmen regulärer Holzernte in der Nähe von Straßen entstehen, im Mittelpunkt stehen (vgl. Abb. 1). Der quantitative Aspekt steht im Vordergrund. Anhand der mittels Fragebogen gewonnenen Erkenntnisse soll ein Modell erarbeitet werden, das die ökonomischen Belastungen der Forstbetriebe durch die Verkehrssicherungspflicht beschreibt.

Der Fragebogen wurde ausführlichen Pretests unterzogen. Es wurde geprüft, ob der Fragebogen in angemessenem Zeitaufwand zu bearbeiten ist, relevante Daten dem Ausfüllenden verfügbar sind, Fragen verständlich formuliert sind und ob eine Hypothesenprüfung möglich ist. Um eventuelle Unterschiede zwischen öffentlichem und privatem Waldbesitz abzudecken, wurden Probanden sowohl aus privatem als auch kommunalem und staatlichem Waldbesitz zu Pretests gebeten. Die Kriterien von ATTESLANDER (1993) für die Durchführung und Auswertung von Pretests wurden beachtet: Reliabilität (Zuverlässigkeit) und Validität (Gültigkeit), Verständlichkeit von Fragen sowie Eindeutigkeit von Kategorien. "Unter Reliabilität versteht man das Ausmaß, in dem die Anwendung eines Erhebungsinstruments bei wiederholten

Datenerhebungen unter gleichen Bedingungen bei denselben Probanden das gleiche Ergebnis erzielt. Die Validitätsprüfung gibt an, inwieweit die Anwendung eines Erhebungsinstruments tatsächlich die Variable misst, die es zu messen vorgibt.“ (ATTESLANDER 1993). DIEKMANN (1995) weist darüber hinaus auf die Notwendigkeit der Objektivität hin. Hierunter versteht er das Ausmaß, in dem das Testergebnis unabhängig von der jeweiligen Person ist, die das Messinstrument anwendet. Da die Untersuchung mittels eines standardisierten Fragebogens als Messinstrument durchgeführt wurde, erscheint diese Voraussetzung als erfüllt. Da weiterhin der verwendete Fragebogen vornehmlich quantitative Größen betrifft, die zum Teil aus Aufzeichnungen hervorgehen und keine Notwendigkeit besteht, indirekte oder projektive Fragen einzusetzen (vgl. DIEKMANN, 1995), erscheint die Gefahr einer geringen Reliabilität bzw. Validität als sehr gering. ATTESLANDER (1993) weist insbesondere auf die Bedeutung der Verständlichkeit von Fragen hin. Er differenziert zwischen inhaltlicher und sprachlicher Verständlichkeit. Unter dem inhaltlichen Aspekt ist maßgebend, inwieweit die Intention der Frage vom Probanden verstanden wird. Der sprachliche Aspekt ist vor allem bei der Verwendung von Fachausdrücken bedeutsam. Die Fragen müssen dem Sprachniveau der Probanden entsprechen und Fachausdrücke für den Probanden verständlich sein. Mit den Probanden der Pretests wurde nach Auswertung des Tests ein Gespräch geführt, in dem explizit auf alle Fragen eingegangen wurde, um festzustellen, inwieweit die Intention der Frage von dem Probanden verstanden wurde. Damit konnte weitgehend sichergestellt werden, dass nach Abschluss des Pretests keine von der ursprünglichen Intention der Frage abweichenden Interpretationen zu den betreffenden Fragen bestanden.

Die Prüfung auf Vollständigkeit basiert auf dem Umstand, dass die Phantasie bei der Fragebogenentwicklung der Realität kaum gewachsen ist. Die Pretests gewährleisten, dass die Fragen und insbesondere die Kategorien vollständig und ausschließlich sind. Ausschließlichkeit meint, dass sich zwei Antwortkategorien einer Frage nicht überschneiden, die Kategorien müssen sich gegenseitig ausschließen. Über die Pretests fließt Praxiserfahrung von Experten in die Fragebogengestaltung ein. Sicherlich wird es im Einzelfall nicht gelingen, alle Facetten der Realität mit dem Fragebogen abzudecken, jedoch kann man davon ausgehen, dass eine große Bandbreite der Praxis über die Auswertung der Pretests erfasst wird.

2.3 Untersuchungsdesign

Mitte des Jahres 2002 wurden 147 Forstämter aus dem gesamten Bundesgebiet gebeten, bei der Untersuchung mitzuwirken. Zusätzlich zu den öffentlichen Forstverwaltungen wurden noch 71 größere private Forstverwaltungen mit insgesamt 105 versandten Fragebögen in die Untersuchung einbezogen. Im Fall der staatlichen Forstämter erfolgte die Zustellung der Fragebögen auf dem Dienstweg über die jeweils zuständigen Ministerien der Länder. Mit dem Ziel, den Aufwand für den Versand der Fragebögen in akzeptablen Grenzen zu halten, wurde auf einen direkten Versand an die Revierleiter verzichtet und statt dessen die Zwischenebene Forstamt als Verteiler der Fragebögen genutzt. Den Forstämtern wurden je fünf Fragebögen zugestellt.

Die Bundesländer sind durch stark unterschiedliche Waldanteile und unterschiedliche Organisationsstrukturen der Forstverwaltungen gekennzeichnet. Je nach Organisationsform repräsentieren demnach die Forstämter unterschiedliche Waldflächenanteile. Um jedoch eine gleichmäßige Verteilung der Fragebögen über die Gesamtwaldfläche der Bundesrepublik zu gewährleisten, wurde im Vorfeld der Untersuchung die je Bundesland zu versendende Anzahl Fragebögen anhand des jeweiligen Anteils der Waldfläche an der Gesamtwaldfläche der Bundesrepublik ermittelt. Die anschließende Auswahl der an der Stichprobe zu beteiligenden staatlichen Forstämter erfolgte innerhalb eines Bundeslandes durch die Ziehung einer Zufallsstichprobe.

Bei herkömmlichen Fragebogen-Untersuchungen liegt die Rücklaufquote bei ca. 30%. Bei der vorliegenden Untersuchung konnte wegen der Unterstützung der jeweils zuständigen Ministerien eine höhere Rücklaufquote erwartet werden. Diese Einschätzung beruht auf Erfahrungen ähnlicher Untersuchungen (vgl. SCHAFFNER, 2001).

2.4 Abgrenzung der Erhebungsdaten

Die Verkehrssicherung zeigt im Betriebsalltag eine Vielzahl von unterschiedlichen Erscheinungsformen. Abgrenzungen des komplexen Bereichs der Verkehrssicherung sind unabdingbar.

Grundsätzlich können sich für einen Waldbesitzer an Straßen Aufwendungen aus den Tätigkeitsfeldern Kontrolle zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit, forstliche Maßnahmen zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit und Sicherungsmaßnahmen im Rahmen regulärer Holzernte an Straßen ergeben (vgl. Abb. 1).

Kontrollaufwendungen können beispielsweise Personalstunden für Baumschauen und Kontrollgänge sein. Aufwendungen für forstliche Maßnahmen zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit ergeben sich, wenn bei der Kontrolle oder einer anderen Gelegenheit Gefahrenpotential festgestellt wurde und diese Gefahr durch vorbeugenden Einsatz von Unternehmern oder eigenem Personal beseitigt wird (vorbeugende Maßnahmen). Zusätzlich fallen Aufwendungen für Akutmaßnahmen (z.B. nach Stürmen) an. Kennzeichnendes Ziel solcher Maßnahmen ist die Herstellung bzw. Verbesserung der Verkehrssicherheit.

Hiervon sind die Aufwendungen für Sicherungsmaßnahmen zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit im Rahmen regulärer Holzernte abzugrenzen. Vorrangiges und kennzeichnendes Ziel dieser Maßnahmen ist die Holzernte, die wegen im Gefahrenbereich liegender Straßen von Sicherungsmaßnahmen begleitet wird. Den Gefahrenbereich definiert die Unfallverhütungsvorschrift (vgl. Kap. 3.4.1.3)

Tätigkeitsfeld	Definition	Fallbeispiele
<p>1. Kontrolle der Verkehrssicherheit</p>	<p>Alle Maßnahmen und Vorkehrungen, deren primäres Ziel die Erkennung möglicher Tatbestände ist, die eine Gefährdung der Verkehrssicherheit vermuten lassen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrollgänge • Baumschau
<p>2. Forstliche Maßnahmen zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit</p>	<p>Alle Maßnahmen und Vorkehrungen, deren primäres Ziel eine verbesserte Verkehrssicherheit ist.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Totastbeseitigung mittels Hebebühne • Baumfällung bei Umsturzgefahr • Freischneiden des Lichttraumsprofils • Räumung von Sturmwurf auf Straßen
<p>3. Sicherheitsmaßnahmen im Rahmen regulärer Holzernte</p>	<p>Alle Maßnahmen und Vorkehrungen, die im Zuge regulärer Holzernte anfallen und zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit notwendig sind.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • UVV: Gefahrenbereich= doppelte Baumlänge • Absichern von Bäumen (Seilwinde, Greifzug) • Aufstellen von Posten • Aufstellen von Warmschildern • Absperren mit Trassierband • Sperrung von Straßen und Wegen

Abb. 1 Abgrenzung der verschiedenen Kategorien der Verkehrssicherung

2.5 Methodik der Quantifizierung

Bei der Befragung wurden die Daten getrennt nach den aufgezeigten drei Themenblöcken Kontrolle, Forstliche Maßnahmen und Sicherung regulärer Holzernte erhoben. Vergleiche hierzu Abb. 1 und Anhang 10.4 (Fragebogen).

2.5.1 Kontrolle der Verkehrssicherheit

Um einen Überblick über die Höhe für Kontrollen anfallender Aufwendungen und deren Bestimmungsgrößen zu gewinnen, erfolgte die Erfassung differenziert nach Straßenklassen. Als eine sinnvolle Bezugsgröße für die visuelle Kontrolle hat sich in diesem Zusammenhang der Zeitaufwand je Kilometer Straße $\left[\frac{h}{km(einseitig)} \right]$ ergeben.

Einseitig meint den Kontrollaufwand je Straßenseite. Insbesondere bei Straßen am Waldrand, also Straßen, die einseitig am Wald entlang führen, wird die Bedeutung ersichtlich. Der zeitliche Kontrollaufwand je Kilometer Straße (einseitig) wurde differenziert nach Baumarten und Straßenklassen erhoben. Desweiteren wurde nach der Kontrollfrequenz gefragt, wobei ebenfalls nach Straßenklassen differenziert wurde. Weitere Parameter wie Art der Dokumentation, Erholungsdruck und Outsourcing-Tendenzen dienten der Abrundung und Einordnung der gewonnenen Daten.

2.5.2 Forstliche Maßnahmen zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit

Im allgemeinen Teil wurde unterteilt nach Akut- und Routinemaßnahmen auf die Art der Maßnahmen eingegangen, daneben interessierten eingesetzte Arbeitsmittel und deren Kosten, eventuell gegebene Kooperationen mit anderen Behörden, der Planungsaufwand von Maßnahmen und abschließend der Gesamtaufwand für Akutmaßnahmen, bezogen auf das jeweilige Revier im Jahr 2001.

Neben dem allgemeinen Teil erfolgte eine genauere exemplarische Erfassung vorbeugender Routinemaßnahmen im Jahr 2001 nach Straßenklassen, wobei neben der Länge der Straße in Laufmeter, an der die Maßnahme stattfand (einseitig), vor allem der Aufwand in Arbeitsstunden, unterteilt nach Absperrung und Durchführung der Maßnahme, erfragt wurde. Eingesetzte Arbeitsmittel, der Zeitraum zwischen der vorangegangenen Maßnahme und der Maßnahme 2001 und Randbestockung

runden die gewonnenen Daten ab.

2.5.3 Sicherungsmaßnahmen im Rahmen regulärer Holzernte

Im Mittelpunkt des Interesses steht die Abschätzung des finanziellen Mehraufwands, der durch notwendige Sicherungsmaßnahmen bei der Holzernte an Straßen entsteht. Wesentlich ist in diesem Zusammenhang die Art der Sicherungsmaßnahme und die nach Baumart differenzierte Baumhöhe, ab der eine Sicherung erforderlich ist. Die Datenerhebung erfolgt unterteilt nach öffentlichen Straßen und Forstwirtschaftswegen.

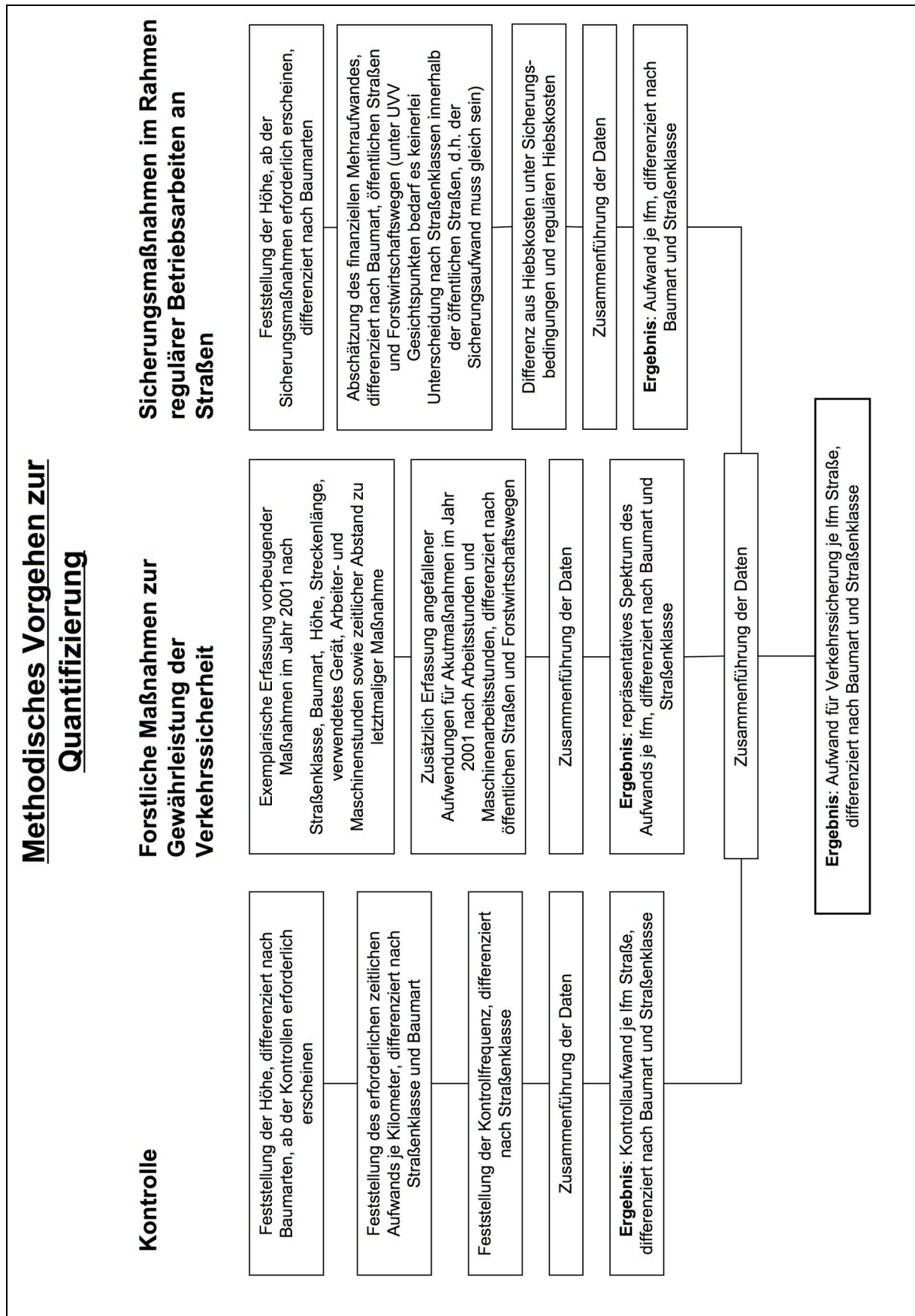


Abb. 2 Methodisches Vorgehen zur Quantifizierung des Aufwandes für Verkehrssicherung

Diesem Modell liegen folgende Hypothesen zugrunde:

1. Die gezielte Kontrolle auf mögliche Gefahren für die Verkehrssicherheit ist erst ab einer bestimmten Höhe einer Baumart erforderlich. Ist eine Kontrolle notwendig, so ist der Kontrollaufwand selbst vorwiegend abhängig von Baumart und Straßenklasse. Die Kontrollfrequenz ist abhängig von der Straßenklasse.
2. Die direkten Maßnahmen sind über die exemplarische Erfassung von erfolgten Maßnahmen (vorbeugende Maßnahmen) in Abhängigkeit von Straßenklasse, Baumart, Art und Streckenlänge der Maßnahme, sowie eingesetzter Arbeiter- und Maschinenstunden quantifizierbar. Zusätzlich von Bedeutung sind akut anfallende Aufwendungen (Akutmaßnahmen), die über angefallene Arbeiter- und Maschinenstunden erfasst werden.
3. Sicherungsaufwand im Rahmen regulärer Holzernte in der Nähe von Straßen ist erst ab einer bestimmten Höhe einer Baumart erforderlich. Sicherungsmaßnahmen können in einen Bezug zu den regulären Holzerntekosten ohne Sicherungsmaßnahmen gesetzt werden. Die Differenz aus Holzerntekosten unter Sicherheitsbedingungen und den Holzerntekosten ohne Sicherheitsbedingungen ergibt den Aufwand für die Gewährleistung der Verkehrssicherheit an Straßen im Rahmen regulärer Holzernte.
4. Die Untersuchung verwendet zur Differenzierung die Höhe der Bäume in Metern. Eine Differenzierung nach Höhe hat gegenüber einer Differenzierung nach Alter den Vorteil, dass regional unterschiedliche Wuchsverhältnisse unberücksichtigt bleiben können. Zusätzlich erscheint es plausibler, die Aufwendungen in Abhängigkeit zur Höhe der angrenzenden Bäume zu beschreiben. Die Höhe ist ein sehr augenscheinliches Merkmal eines Bestandes und ist im Vergleich zum Alter in aller Regel einfach zu ermitteln.
5. Verschiedene Baumarten verursachen unterschiedlich hohe Kosten: Ein Douglasienaltbestand wird aufgrund der phänotypischen Ausprägung kaum eine ähnlich intensive Verkehrssicherung erfordern wie ein Eichenaltbestand.
6. In der Regel werden Aufwendungen auf eine einheitliche zeitliche Basis bezogen. Im Fall der Verkehrssicherung bietet sich das Jahr als Bezugsgröße an, da auch die meisten forstlichen Aufwendungen jährlich erfasst werden. Nicht alle Maßnahmen zur Verkehrssicherung finden indes in einem jährlichen Turnus statt. Der unterschiedliche zeitliche Anfall der Kosten muss berücksichtigt werden.

Als angestrebtes Ziel ergibt sich eine Darstellung der durch Verkehrssicherung verursachten jährlichen Aufwendungen, abhängig von Baumart der Randbestockung und der Straßenklasse.

2.6 Angewandte statistische Verfahren

Vorliegende Untersuchung basiert auf Daten, die durch eine Stichprobe (N= 429 Reviere) ermittelt wurden. Nicht zwangsläufig repräsentieren die Daten der Stichprobe die Grundgesamtheit unverzerrt. Aufgabe der angewandten statistischen Verfahren ist festzustellen, „mit welcher Wahrscheinlichkeit aus den vorliegenden Beobachtungen auf die Gültigkeit bestimmter Zusammenhänge in der Grundgesamtheit geschlossen werden kann“ (BROSIOUS 2002, 454). Die vorliegende Untersuchung akzeptiert eine Irrtumswahrscheinlichkeit von max. 5%. Irrtumswahrscheinlichkeiten kleiner 5% gelten als schwachsignifikant, kleiner 1% als signifikant und kleiner als 0,1% als hochsignifikant.

2.6.1 Deskriptive Statistik

2.6.1.1 T-Test und Varianzanalyse

In der vorliegenden Untersuchung kommt zum Vergleich zweier Mittelwerte der T-Test zur Anwendung. Dieses Verfahren trifft Aussagen zu der Lage des Mittelwertes in der Grundgesamtheit. Als Voraussetzung für unverzerrte Ergebnisse nennt BROSIOUS (A.A.O), dass die jeweilige Stichprobe Teil der Grundgesamtheit ist und dass es sich um eine Zufallsstichprobe handelt, wobei er gleichzeitig auf die Schwierigkeiten einer absoluten Zufälligkeit hinweist. Die untersuchten Variablen müssen mindestens Intervallskalenniveau aufweisen und normalverteilt sein.

Durch das im Kapitel 2.3 dargestellte Untersuchungsdesign erscheint der erste Teil der Forderung, die Stichprobe müsse teil der Grundgesamtheit sein, in vollem Umfang gewährleistet. Die zweite Forderung, nach der die Auswahl der Stichprobe rein zufällig erfolgen muss, ist nur unter Einschränkungen als erfüllt anzusehen (vgl. Kap. 2.3). Für die vorliegende Untersuchung erscheint jedoch die Gefahr einer durch die Modalitäten des Fragebogenversands bedingten Verzerrung der Stichprobe insgesamt als gering.

Die Wahl des T-Tests als geeignetes Verfahren für die vorliegende Untersuchung

beruht nicht zuletzt auf dem Umstand, dass die Normalverteilungsannahme „für den T-Test häufig als nicht allzu kritisch angesehen“ wird, da der T-Test „relativ robust auf Verletzungen dieser Annahme“ reagiert (Brosius 2002, 456).

Während der T-Test die Mittelwerte von zwei Variablen vergleicht, lassen sich durch eine Varianzanalyse mehrere Variablen simultan vergleichen. Auf diese Weise können mehrere Teilgruppen der Grundgesamtheit untersucht werden. Dies ist zum Beispiel notwendig, wenn eine Untersuchungsgröße sich in mehrere Fallgruppen unterteilen lässt. Wird beispielsweise die durchschnittliche Höhe eines Baumbestandes untersucht und sind in diesem Baumbestand fünf Baumarten vorhanden, so kann mittels der Varianzanalyse festgestellt werden, ob sich die mittleren Höhen der unterschiedlichen Baumarten signifikant unterscheiden. Als Eingangsvoraussetzungen gelten die gleichen Bedingungen wie unter Kap. 2.6.1 beschrieben.

Die Varianzanalyse testet, ob die verglichenen Gruppenmittelwerte in der Grundgesamtheit identisch sind (BROSIOUS 2002, 477). Grundprinzip der Varianzanalyse ist die differenzierte Betrachtung der Streuung der Teilgruppen innerhalb der einzelnen Gruppen (also die Streuung um den jeweiligen Gruppenmittelwert) und der Streuung zwischen den Teilgruppen (also der Streuung der Gruppenmittelwerte um den Mittelwert der gesamten Stichprobe).

Ausgangspunkt für das Verfahren ist die so genannte Nullhypothese, wonach die untersuchten Fallgruppen den gleichen Mittelwert aufweisen. Als Ergebnis liefert das Verfahren u.a. eine Wahrscheinlichkeit, dass die getestete Nullhypothese zutrifft. Daraus kann man auf die Wahrscheinlichkeit schließen, mit der sich die Mittelwerte unterscheiden. Liefert die Varianzanalyse also das Ergebnis, dass die untersuchten Mittelwerte lediglich mit einer Wahrscheinlichkeit von 1,3% gleich sind, so kann man angesichts der genannten Irrtumswahrscheinlichkeit davon ausgehen, dass sich die untersuchten Mittelwerte schwach signifikant unterscheiden.

2.6.1.2 Pearson'scher Korrelationskoeffizient

Der Pearson'sche Korrelationskoeffizient ist ein Maß für den Grad des Zusammenhangs mindestens intervallskalierter Variablen. Der Wert -1 stellt einen

streng negativen linearen Zusammenhang, der Wert +1 einen streng positiven linearen Zusammenhang. Liegt der Wert bei 0, besteht kein linearer Zusammenhang (BROSIOUS 2002, 416). In dem Test werden nur lineare Zusammenhänge ermittelt. Es empfiehlt sich, zusätzlich über ein Streudiagramm zu überprüfen, ob eventuell ein nichtlinearer Zusammenhang zwischen Variablen besteht (BROSIOUS 2002, 495).

2.6.2 Analytische Statistik

Zur Modellbildung in der vorliegenden Arbeit findet im Bereich der analytischen Statistik die lineare Regression Verwendung. Als Standardsoftware dient das Statistikprogramm SPSS 11.

2.6.2.1 Lineare Regression

Der Einfluss erklärender Variablen auf abhängige Variablen kann mittels Regressionsschätzung dargestellt werden. Voraussetzung hierfür ist, dass die verwendeten Variablen mindestens Intervallskalenniveau aufweisen. Lediglich als spezieller Sonderfall können auch 0/1-kodierte Variablen als sogenannte Dummy-Variablen einbezogen werden (BROSIOUS 2002, 530,547). Je nach Anzahl erklärender Variablen spricht man von einfacher bzw. multipler Regressionsschätzung.

3 Rechtslage und daraus resultierende Anforderungen an den Forstbetrieb

Aus juristischer Sicht lässt sich die Verkehrssicherungspflicht in mehrere Teilaspekte untergliedern. Zunächst werden im ersten Teil (Kap. 3.1) die juristischen Besonderheiten der Verkehrssicherungspflicht dargestellt, wobei insbesondere auf die Frage einer möglichen Haftung des Waldbesitzers eingegangen wird. Im zweiten Teil (Kap. 3.2) stehen die unterschiedlichen Verkehrswegearten und die damit verbundenen unterschiedlichen Ausprägungen der Verkehrssicherungspflicht im Mittelpunkt des Interesses. Die Abgrenzung der Verkehrssicherungspflicht von Waldbesitzer und Straßenbaulastträger ist in Kap. 3.3 dargestellt. Abschließend wird in Kap. 3.4 auf den Umfang notwendiger Vorkehrungen zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit eingegangen.

3.1 Juristische Aspekte der Verkehrssicherungspflicht

3.1.1 Prinzipien der Verkehrssicherungspflicht

Die Verkehrssicherungspflicht an öffentlichen und privaten Verkehrswegen ist ein von der Rechtsprechung entwickeltes Rechtsinstitut (KODAL, 1985). Die Rechtslehre und die Rechtsprechung sehen sie in § 823 BGB verankert (HÖTZEL, 1996). Demnach hat derjenige, welcher Gefahren schafft, die notwendigen Vorkehrungen zu treffen, die dem Schutz Dritter vor diesen Gefahren dienen. Während grundsätzlich die Verkehrssicherungspflicht dem Straßenbaulastträger obliegt, ergibt sich aus § 823 BGB auch eine Pflicht für den Angrenzer an Straßen. Er ist verpflichtet, nachteilige Einwirkungen zu vermeiden, die von seinem Grundstück ausgehen und die Teilnehmer am öffentlichen Verkehr gefährden (BRELOER, 2001). Grundsätzlich ist demnach derjenige für die Verkehrssicherung verantwortlich, der in der Lage ist, über das Grundstück zu verfügen, von dem die Gefahr ausgeht. Dies ist nicht zwangsläufig der Eigentümer. Aus Gründen der Vereinfachung des Textes wird im folgenden der Begriff des Waldbesitzers im Sinne des für die Verkehrssicherung Verantwortlichen verwendet.

Da die Verkehrssicherungspflicht ein im wesentlichen von der Rechtsprechung entwickeltes Rechtsinstitut ist, das auch ständig weiterentwickelt wird, ist es

schwierig, Handlungsempfehlungen zu geben.

3.1.2 Grundlagen der Haftung

Die Frage einer Haftung wegen einer Verletzung der Verkehrssicherungspflicht ist für private wie öffentliche Waldbesitzer von Bedeutung. Es existiert keine Normierung der Pflichten, deren Missachtung zur Haftung führt. Da eine Verkehrssicherung, die jeden Unfall ausschließt, nicht erreichbar ist, muss nicht für alle denkbaren Möglichkeiten eines Schadeneintritts Vorsorge getroffen werden (BGH VersR 65, 475; BGH VersR 74/4, 88). Es sind nur diejenigen Vorkehrungen zu treffen, die nach Sicherheitserwartungen des jeweiligen Verkehrs im Rahmen des wirtschaftlich Zumutbaren geeignet sind, Gefahren von Dritten abzuwenden, die bei bestimmungsgemäßer oder bei nicht ganz fern liegender bestimmungswidriger Benutzung drohen (BGH NJW 78, 1629). Haftungsansprüche gegenüber dem Verkehrssicherungspflichtigen ergeben sich demnach erst, wenn er den Schaden zu vertreten hat.

Nach Auffassung von GEBHARD (1995) liegt eine Verletzung der Verkehrssicherungspflicht dann vor, wenn Anzeichen verkannt oder übersehen worden seien, die nach der Erfahrung auf eine Gefahr durch einen Baum hinwiesen. In diesem Zusammenhang ist die sog. Adäquanztheorie maßgebend: Der Geschädigte kann den Verkehrssicherungspflichtigen nur dann in Anspruch nehmen, wenn mit einem Schadeneintritt nach allgemeiner Lebenserfahrung gerechnet werden musste (HÖTZEL, 1996). GEBHARD (1995, S. 390) zitiert CANARIS (1994) mit folgenden Worten: „Je größer die Gefahr, je schlimmer der drohende Schaden, je geringer der Vermeidungsaufwand, desto eher besteht eine Gefahrabwendungspflicht“.

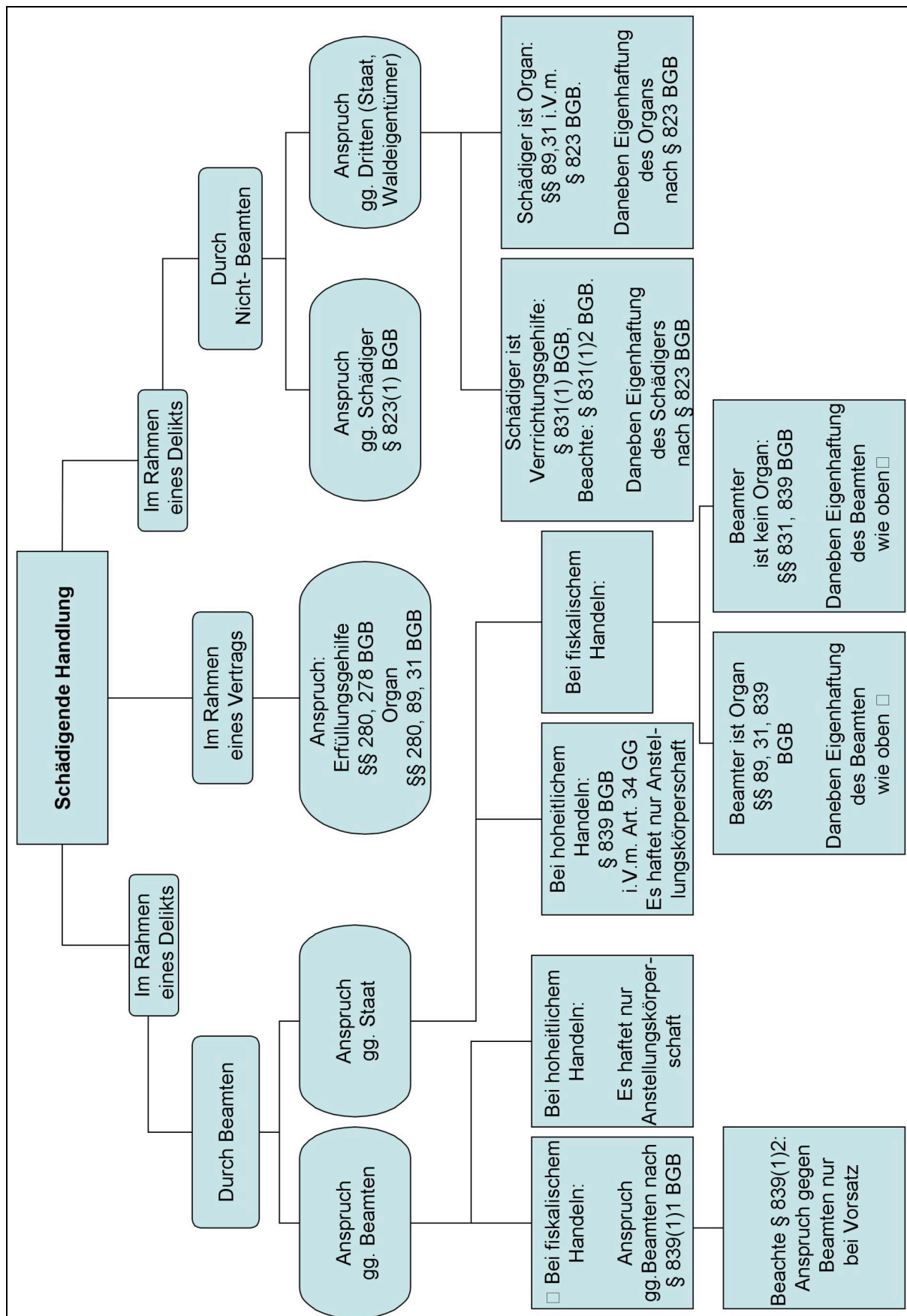


Abb. 3 Juristische Kategorien von Schadenersatzansprüchen

3.1.3 Haftung im privaten Waldbesitz

Das Haftungsrecht unterscheidet in Bezug auf den Schädiger generell zwischen Beamten und Personen ohne Beamtenstatus ("Nicht-Beamte"). Im Privatwald kommen als Anspruchsgegner von Schadensersatzforderungen, die aus einer verletzten Verkehrssicherungspflicht resultieren, in aller Regel Personen ohne Beamtenstatus in Betracht. Die Ausführungen dieses Kapitels beziehen sich deshalb ausschließlich auf den "Nicht-Beamten" als Anspruchsgegner.

3.1.3.1 Deliktsrechtliche Haftung nach §§ 823, 831 BGB

Grundsätzlich ergeben sich im Rahmen eines Delikts für den Geschädigten zwei Anspruchsgrundlagen: § 823 und § 831 (1) 1 BGB (vgl. Abb. 3).

Fall 1: Haftung des Schädigers

Richtet sich der Anspruch gegen den Schädiger selbst, so ist Anspruchsgrundlage § 823 (1) BGB (vgl. OLG FfM NJW-RR 99, 532). Für einen Haftungsanspruch nach § 823 BGB müssen zahlreiche Voraussetzungen erfüllt sein. Grundlage eines jeden Haftungsanspruchs ist eine Rechtsgutverletzung (z.B. Eigentum, Freiheit, Gesundheit). Die Rechtsgutverletzung muss durch eine Verletzungshandlung (Tun oder Unterlassen) entstanden sein, wobei Widerrechtlichkeit gegeben sein muss, es sei denn, es besteht ein Rechtfertigungsgrund wie z.B. Notwehr. Die Verletzungshandlung muss sowohl schuldhaft (vorsätzlich oder fahrlässig) sein als auch kausal zur Rechtsgutverletzung führen (haftungsbegründend). Darüber hinaus muss sich aus der Rechtsgutverletzung kausal der Schaden ergeben (haftungsausfüllend). Dieser Zusammenhang wird auch als doppelte Kausalitätsprüfung bezeichnet.

Fall 2: Haftung eines Dritten (Schädiger ist Verrichtungsgehilfe oder Organ)

Dies ist möglich, wenn der Schädiger als Verrichtungsgehilfe oder Organ tätig ist. Bei der Wahl der Haftungsgrundlage ist in Abhängigkeit von der Person des Schädigers zu differenzieren: Handelt der Schädiger als Verrichtungsgehilfe und hat er wenigstens den objektiven Tatbestand einer unerlaubten Handlung rechtswidrig erfüllt, ist Haftungsgrundlage § 831 (1) 1 BGB. Verrichtungsgehilfe ist, wer im Interesse des Geschäftsherrn (Waldbesitzer) weisungsabhängig tätig ist (z.B. Arbeitnehmer, kein Werkvertragsunternehmer!). Da neben dem Geschäftsherrn auch

der unmittelbare Schädiger selbst aus § 823 BGB haftet, besteht im Außenverhältnis eine gesamtschuldnerische Haftung des Verrichtungsgehilfen und Geschäftsherrn auf Grundlage des § 840 (1) BGB. Es kann insbesondere bei höheren Schadenssummen für den Geschädigten sinnvoller sein, nicht den Schädiger selbst, sondern einen Dritten (z.B. Waldbesitzer, Anstellungskörperschaft) für einen erlittenen Schaden haftbar zu machen. Nach § 421 BGB ist es dem Geschädigten (Gläubiger) demnach freigestellt, nach seinem Belieben die Summe des Schadens ganz oder zu einem Teil von jedem der Schuldner einzufordern.

Die Möglichkeiten für private Waldbesitzer, angesichts eines gegebenen deliktsrechtlichen Haftungsanspruchs auf die Verantwortung des unmittelbaren Schädigers zu verweisen, sind begrenzt. Es gilt eine allgemeine Aufsichtspflicht für denjenigen, der die zur Erfüllung der allgemeinen Verkehrssicherungspflicht notwendigen Maßnahmen einem Dritten überlässt (BGH DB 87, 1838). Sie besteht in allgemeiner fortlaufender Überwachung und darf nicht erst einsetzen, wenn Zweifel an der Zuverlässigkeit des Dritten auftauchen (BGH BB 57, 15). Der Umfang der Aufsichtspflicht bestimmt sich nach den Umständen des Einzelfalls. Hat der Geschäftsherr (Waldbesitzer) die erforderliche Sorgfalt bei Auswahl und Kontrolle des Verrichtungsgehilfen erkennen lassen oder wäre der Schaden auch bei der Anwendung entsprechender Sorgfalt entstanden, so besteht für ihn die Möglichkeit, sich nach § 831 (1) 2 von der Ersatzpflicht zu exkulpieren. Die Beweislast für die schuldhafte Verletzung der Verkehrssicherungspflicht und deren Ursächlichkeit für den eingetretenen Schaden liegt hier bei dem Geschädigten, während der Entlastungsbeweis, dass der Schaden auch bei ordnungsgemäßer Erfüllung der Verkehrssicherungspflicht eingetreten wäre, von dem Beklagten (Waldbesitzer) zu führen ist (KODAL, A.A.O., S. 1353).

Ist der Schädiger ein Organ (Vorstand, Mitglied des Vorstands, verfassungsmäßiger Vertreter), dient als Grundlage des Haftungsanspruchs §§ 89, 31, 823 BGB.

Im Innenverhältnis ergibt sich für den Geschäftsherrn (Waldbesitzer, Anstellungskörperschaft) die Möglichkeit eines Rückgriffs aus § 840 (2). Dieses Ergebnis kann über einen arbeitsrechtlichen Freistellungsanspruch modifiziert werden (vgl. §§ 14 BAT, 6 MTW). Der hier enthaltene Verweis auf die

beamtenrechtlichen Bestimmungen (z.B. Art. 85 BayBG, vgl. Kapitel 3.1.4.1) zur Haftung bedeutet, dass ein Rückgriff auf den Bediensteten nur bei Vorsatz und grober Fahrlässigkeit möglich ist.

3.1.3.2 Haftung auf Grundlage eines Vertrags

Vor allem in kommunalen Wäldern, aber zunehmend auch im Privatwald werden Betriebsleitung und Betriebsausführung mittels Vertrag an Dritte (staatliche Forstverwaltung, Waldbesitzervereinigung, Forstbetriebsgemeinschaft) übertragen. Die Ausführung von gefährlichen Betriebsarbeiten wie der Holzernte werden schon lange im Rahmen von Werkverträgen an forstliche Dienstleistungsunternehmen vergeben. Aus haftungsrechtlicher Sicht des Waldbesitzers führt diese Praxis zu einer positiv veränderten Rechtslage. Denn ist die schädigende Handlung im Rahmen eines schuldrechtlichen Vertrags (Betriebsausführungsvertrag, Waldpflegevertrag, Werkvertrag) entstanden, so ist als Haftungsgrundlage §§ 280, 278 BGB einschlägig, sofern der Schädiger die Pflichtverletzung zu vertreten hat. Anspruchsgegner ist der Vertragspartner. Eine Exkulpation ist nicht möglich.

Voraussetzung ist, dass die Übernahme der Verkehrssicherungspflicht Bestandteil des schuldrechtlichen Vertrags ist. Analog zur Vorgehensweise der bayerischen Staatsforstverwaltung empfiehlt sich die Aufnahme der Verpflichtung zur Verkehrssicherung in den Vertragstext (vgl. Punkt 5 (2) ZVU). Bei gegebenen Schadenersatzansprüchen kann dann auf den betreffenden Vertragspartner des Forstbetriebs verwiesen werden. Ist die Übernahme der Verkehrssicherungspflicht vertraglich gebunden (z.B. als Bestandteil eines Werkvertrages), ist der Vertragsnehmer grundsätzlich für seine Handlungen selbst haftbar. Eine vergleichbar intensive Kontrolltätigkeit zur Erfüllung der Sorgfaltspflichten, wie sie im Falle des Verrichtungsgehilfen nach § 831 (1) 2 BGB notwendig wäre, entfällt. Besteht ein schuldrechtlicher Vertrag mit einem Werksvertragsunternehmer, in welchem explizit die Übernahme der Verkehrssicherungspflicht festgehalten ist, wird ein haftungsbegründendes Verschulden des Forstbetriebs schwer nachweisbar sein.

3.1.4 Haftung im öffentlichen Waldbesitz

3.1.4.1 Deliktsrechtliche Haftung nach § 839 BGB

Haftungsrechtlich wird beim Anspruchsgegner zwischen Beamten und “Nicht-Beamten” unterschieden (vgl. Kap. 3.1.3, Abb. 3). Im öffentlichen Waldbesitz können sich Beamte mit möglichen Haftungsansprüchen aus einer verletzten Verkehrssicherungspflicht konfrontiert sehen. Im Folgenden wird auf den Spezialfall des Beamten als deliktsrechtlichem Anspruchsgegner näher eingegangen.

In der Regel wird die Verkehrssicherungspflicht als fiskalische, d.h. nicht hoheitliche Tätigkeit von Beamten im Rahmen der Amtspflicht wahrgenommen. Bei Beamten, die im Staats- oder Landeswald eingesetzt sind, ist bei einer Verletzung der Verkehrssicherungspflicht § 839 (1) BGB einschlägig. Bei hoheitlicher Tätigkeit haftet grundsätzlich die Anstellungskörperschaft, der Beamte selbst kann nicht belangt werden (vgl. Abb. 4). Dies gilt auch für den Fall, dass sich die Anspruchsgrundlage aus einem Vertrag ergibt (vgl. Abb. 3, 4). Bis eine Haftung des Beamten möglich wird, muss eine ganze Kaskade von Voraussetzungen gegeben sein: Die Amtspflicht muss verletzt und drittgerichtet (d.h. einen Dritten schützend) sein, aus der Verletzung muss sich adäquat kausal der Schaden ergeben, die Verletzung der Amtspflicht muss rechtswidrig sein und darüber hinaus schuldhaft sein (vgl. Kap. 3.1.3.1 und Abb. 4). Die Rechtsordnung sieht im Falle fahrlässigen Verhaltens die Möglichkeit vor, über das Verweisungsprivileg nach § 839 (1) 2 BGB auf die Anstellungskörperschaft zu verweisen. Bei Ansprüchen, die auf vorsätzlichem Verhalten beruhen, greift das Verweisungsprivileg nicht. Da eine vorsätzliche Vernachlässigung der Verkehrssicherungspflicht in den seltensten Fällen nachzuweisen sein wird, ist die Durchsetzung von Schadenersatzansprüchen gegen Beamte, die aus einer Verletzung der Amtspflicht (z.B. Verkehrssicherungspflicht) resultieren, eher unwahrscheinlich. Im Gegensatz zum Außenverhältnis, in dem also ein Beamter ausschließlich bei Vorsatz haftbar gemacht werden kann, ist im Innenverhältnis ein Regress des Dienstherrn bei Vorsatz und grober Fahrlässigkeit möglich (vgl. Art. *Baden-Württemberg*: § 96 LBG; *Bayern*: Art. 85 BayBG; *Berlin*: § 41 LBG; *Brandenburg*: § 44 LBG; *Bremen*: § 77 Bremisches Beamtengesetz; *Hamburg*: § 82 HmbBG; *Hessen*: § 91 HBG; *Mecklenburg-Vorpommern*: § 86 LBG M-V; *Niedersachsen*: § 86 NBG; *Nordrhein-Westfalen*: § 84 LBG; *Rheinland-Pfalz*:

§ 86 LBG; *Saarland*: §93 SBG; *Sachsen*: § 97 SächsBG; *Sachsen-Anhalt*: § 78 BG LSA; *Schleswig-Holstein*: § 94 LBG; *Thüringen*: § 82 ThürBG).

3.1.4.2 Haftung auf Grundlage eines Vertrags

Anders gelagert ist die Situation, wenn im Kommunalwald ein Betriebsleitungs- und Ausführungsvertrag mit der Forstbehörde geschlossen ist (vgl. Kap. 3.1.3.2).

Rechtsgrundlage der Haftung ist in diesem Fall der schuldrechtliche Vertrag zwischen den beiden Parteien (§§ 280, 278 BGB, vgl. Abb. 3). In diesem Beispiel richten sich Schadenersatzforderungen, beispielsweise im Fall verletzter Sorgfaltspflichten bei der Verkehrssicherung, an den Vertragspartner, nämlich die Anstellungskörperschaft des jeweiligen Beamten (vgl. auch Abb. 4). Ist der Dienstherr eingetreten, so kann der Beamte im Innenverhältnis nur bei Vorsatz und grober Fahrlässigkeit über den Rückgriff nach den jeweiligen beamtenrechtlichen Bestimmungen (z.B. Art 85 BayBG, vgl. Kapitel 3.1.4.1) belangt werden.

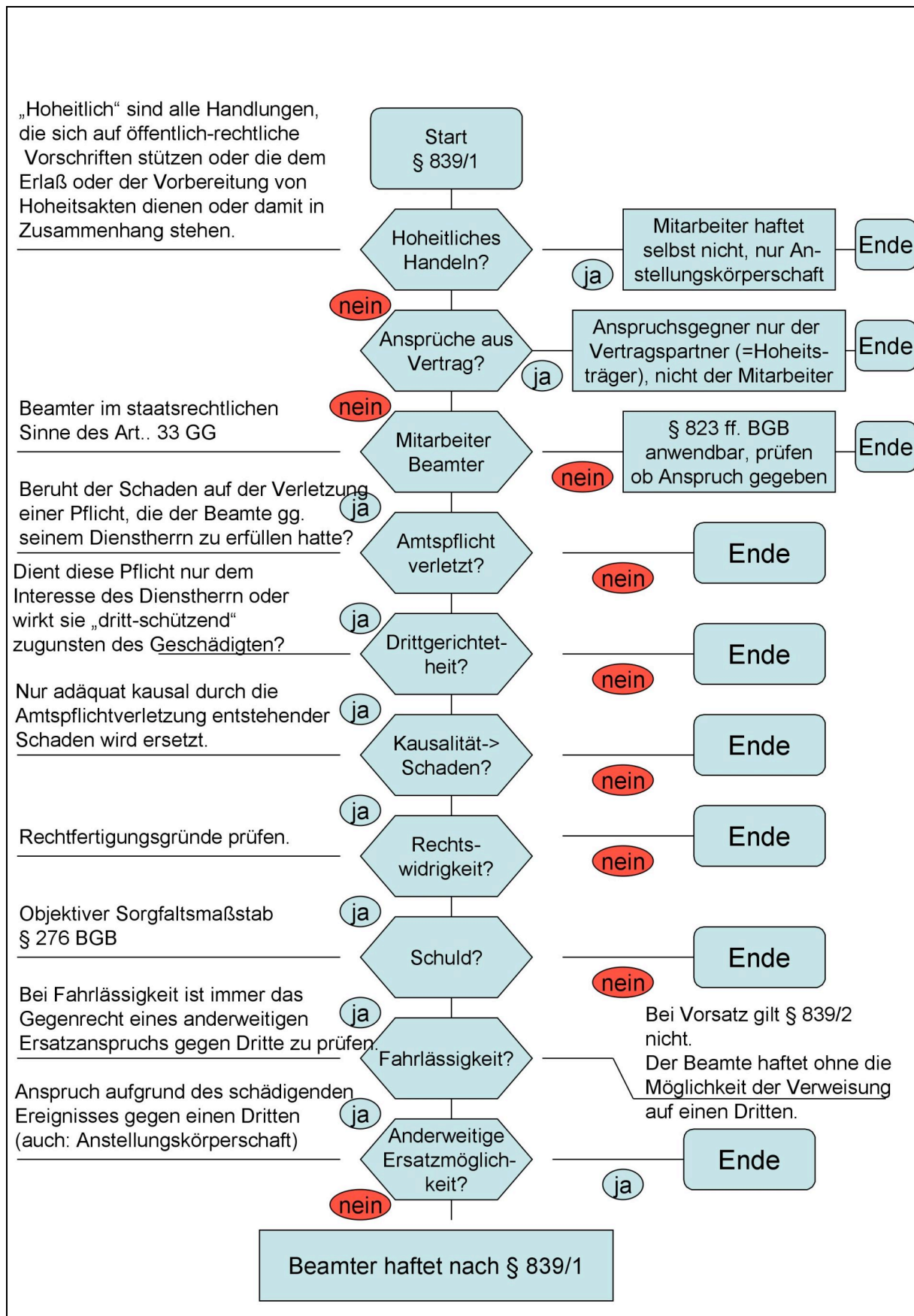


Abb. 4 Struktur des Amtshaftungsrecht nach MEINS (1993)

3.2 Verkehrssicherungspflicht des Straßenbaulastträgers

3.2.1 Begriffsbestimmung

Die Rechtsverhältnisse an öffentlichen Straßen sind für den Bereich des Bundes im Fernstraßengesetz (BGBl I 1953, 903, vgl. §1 FStrG) und für die Bundesländer im Straßen- und Wegerecht geregelt (vgl. hierzu *Baden-Württemberg*: § 2 StrG; *Bayern*: Art. 1, 2 BayStrWG; *Berlin*: § 2 BerlStrG; *Brandenburg*: § 2 BbgStrG; *Bremen*: § 2 BremLStrG; *Hamburg*: § 2 HWG; *Hessen*: § 2 Hessisches Straßengesetz; *Mecklenburg-Vorpommern*: § 2 StrWG-MV; *Niedersachsen*: § 2 Niedersächsisches Straßengesetz; *Nordrhein-Westfalen*: § 2 StrWG NW; *Rheinland-Pfalz*: § 1 Abs. 2-4 LStrG; *Saarland*: § 1,2 StrG *Sachsen*: § 2 SächsStrG; *Sachsen-Anhalt*: § 2 StrG LSA; *Schleswig-Holstein*: § 2 StrWG; *Thüringen*: § 2 StrG). In Deutschland werden folgende Straßenklassen unterschieden: Die Bundesfernstraßen Bundesautobahnen und Bundesstraßen, Staats- bzw. Landstraßen, Kreis- und Gemeindestraßen. Die Staats- bzw. Landstraßen werden mitunter als Landstraßen I. Ordnung, die Kreisstraßen als Landstraßen II. Ordnung bezeichnet.

Der Begriff der Straßenbaulast ist im Zusammenhang mit der Verkehrssicherung von Bedeutung: Die Straßenbaulast umfasst Bau und Unterhalt der Straße, der Zustand der Straße soll den Anforderungen des normalen Verkehrs und der öffentlichen Sicherheit genügen (vgl. hierzu *Baden-Württemberg*: § 9 StrG; *Bayern*: Art. 9 BayStrWG; *Berlin*: § 7 BerlStrG; *Brandenburg*: § 9 BbgStrG; *Bremen*: § 10 BremLStrG; *Hamburg*: §§ 12, 13 HWG; *Hessen*: § 9 Hessisches Straßengesetz; *Mecklenburg-Vorpommern*: § 11 StrWG-MV; *Niedersachsen*: § 9 Niedersächsisches Straßengesetz; *Nordrhein-Westfalen*: § 9 StrWG NW; *Rheinland-Pfalz*: § 11 LStrG; *Saarland*: § 9 StrG; *Sachsen*: § 9 SächsStrG; *Sachsen-Anhalt*: § 9 StrG LSA; *Schleswig-Holstein*: § 10 StrWG; *Thüringen*: § 9 StrG). Die Straßenbaulastträger sind grundsätzlich für die Verkehrssicherheit verantwortlich, vorausgesetzt, ihnen ist nicht die Verfügungsgewalt über die Straße entzogen. Dies trifft auf einen Teil der Kreisstraßen und die Bundesfernstraßen zu. Nur in diesen Fällen ist der Träger der Verkehrssicherungspflicht nicht gleichzeitig Träger der Straßenbaulast (KODAL, 1985). Zu den Besonderheiten der Bahn und der Wasserwege siehe Punkt 3.2.2.7 und 3.2.2.8.

3.2.2 Verkehrssicherungspflicht und Straßenklassen

Die Grundlage für eine Verkehrssicherungspflicht bei den einzelnen Straßenklassen bilden die einschlägigen Straßen- und Wegegesetze (vgl. Kapitel 3.2.1). Deshalb wird diese Art von Verkehrssicherungspflicht auch als straßenrechtliche Verkehrssicherungspflicht bezeichnet. Gegenstand der straßenrechtlichen Verkehrssicherungspflicht ist vorwiegend der bauliche Zustand der Straße (Fahrbahnbelag, Straßenoberfläche), aber auch Bäume, sofern sie in ihrer Lage zur Straße als deren Bestandteil anzusehen sind (z.B. Alleebäume). Träger der Verkehrssicherungspflicht ist der Straßenbaulastträger.

3.2.2.1 Bundesautobahnen

Straßenbaulastträger der Bundesautobahnen ist der Bund. Verwaltet werden jedoch die BAB gemäß Artikel 90 Grundgesetz (GG) durch die Länder. Insbesondere bestimmen die Länder über die Verwendung der Bundesmittel zu Unterhaltung und Instandsetzung (KODAL, 1985). In der Praxis üben demnach die nach den jeweiligen landesrechtlichen Organisationsformen zuständigen Behörden (z.B. in Bayern die Autobahndirektion) im Auftrag des Bundes die Verkehrssicherungspflicht aus (§ 5 (1) FStrG). Der Bundesgerichtshof hat klargestellt, dass aufgrund der den Ländern übertragenen Verwaltungsbefugnis die alleinige Haftung bei Verletzungen der Verkehrssicherungspflicht bei den Ländern liegt. Nach den heute gültigen rechtlichen Regelungen ist es dem Bund weder rechtlich noch tatsächlich möglich, durch eigene Behörden für Verkehrssicherheit zu sorgen. Eine unmittelbare Haftung des Bundes ist also in aller Regel nicht gegeben (KODAL, 1985).

3.2.2.2 Bundesstraßen

Die Bundesstraßen werden analog zu den Bundesautobahnen durch die Länder verwaltet. Bei Verletzungen der Verkehrssicherungspflicht haften wie auch bei den Bundesautobahnen aufgrund der erteilten Verwaltungsbefugnis (s.o.) die Länder. Die Straßenbauämter der Länder sind die für die Verkehrssicherungspflicht zuständigen Behörden. Wie auch bei den Bundesautobahnen ist der Straßenbaulastträger der Bund, soweit nicht nach § 5 Fernstraßengesetz (FStrG) eine Straßenbaulast der Gemeinde begründet ist. Dies trifft für Ortsdurchfahrten von Gemeinden mit mehr als 80.000 Einwohnern zu. Gemeinden von über 50.000 Einwohnern können die

Verantwortung für die Straßenbaulast mit Zustimmung der obersten Kommunalbehörde bei der obersten Straßenbaubehörde verlangen. Die Gemeinde ist in diesem Fall gleichzeitig Träger der Straßenbaulast sowie der Verkehrssicherungspflicht.

3.2.2.3 Staats- oder Landstraßen

Für die Staats- oder Landstraßen obliegt die Straßenbaulast den Ländern. Hier besteht Identität zwischen dem Träger der Verkehrssicherungspflicht und dem Träger der Straßenbaulast. Wie bei den Bundesstraßen sind auch hier die Straßenbauämter der Länder verantwortlich.

3.2.2.4 Kreisstraßen

Grundsätzlich ist der Kreis Träger der Straßenbaulast. Er kann jedoch die Verwaltung und Unterhaltung durch einseitige Erklärung dem jeweiligen Land übertragen (§ 56 Abs. 4 StrWGNW). Falls ein Kreis selbständig ist, trägt die Verantwortung in der Regel das Tiefbauamt des Landratsamtes (Kreisverwaltungsbehörde), andernfalls sind ebenfalls die Straßenbauämter für den Zustand der Straße verantwortlich.

3.2.2.5 Gemeindestraßen

Bei den Gemeindestraßen ist die Gemeinde sowohl Träger der Straßenbaulast als auch Träger der Verkehrssicherungspflicht. Dies gilt zudem für die Ortsdurchfahrten von Bundesstraßen, wenn die Straßenbaulast ganz bei der Gemeinde liegt. In jedem Fall trägt die Gemeinde die Baulast für die Parkplätze und Gehwege innerhalb der Gemeinde, selbst wenn sie für die Fahrbahn der durchführenden Straße nicht verantwortlich zeichnet. Die Verkehrssicherungspflicht hingegen kann kraft Gemeindegesetz dem Anlieger übertragen werden.

3.2.2.6 sonstige öffentliche Straßen

Der Vollständigkeit halber sei noch auf die beschränkt öffentlichen Wege und Eigentümerwege eingegangen. Für diese Wege sind die landesrechtlichen Regelungen maßgeblich. Im Allgemeinen ist für beschränkt öffentliche Wege die Gemeinde Träger der Verkehrssicherungspflicht und der Baulast. Bei Eigentümerwegen (in Betracht kommen hier vor allem öffentliche Straßen in staatlichen Forstbezirken) trägt der Grundstückseigentümer die

Verkehrssicherungspflicht (vgl. KODAL, 1985).

3.2.2.7 Bahnstrecken

Träger der Verkehrssicherungspflicht für den Bahnkörper und die im Eigentum der Bahn stehenden Grundstücke ist die Bahn. Wie bei den Straßen gilt auch hier der Grundsatz des §823 BGB, demnach derjenige, der Gefahren schafft, Vorkehrungen zu treffen hat, die Dritte vor diesen Gefahren schützen. Von Seiten der Bahn wird die Verkehrssicherung über ein regionales Streckenmanagement durchgeführt. Der an Schienenwege angrenzende Waldbesitzer trägt analog zu den Straßen Verantwortung.

3.2.2.8 Wasserstraßen

Analog zum Straßennetz ergeben sich je nach Bedeutung und Größe unterschiedliche Verantwortlichkeiten für die Gewässer. So wird zwischen Gewässern I., II. und III. Ordnung sowie Bundeswasserstraßen unterschieden. Träger der Verkehrssicherungspflicht ist die jeweilig zuständige Behörde. Gemeinde-, Kreis-, Landes- sowie Bundesgewässer werden unterschieden. Ein relevanter Verkehr, der eine Verkehrssicherung erfordert, ist in aller Regel auf die Bundesgewässer (z.B. Donau) beschränkt. Die Träger der Verkehrssicherungspflicht sind in diesem Fall die regional zuständigen Schifffahrtsämter. In aller Regel befindet sich zusätzlich zum Wasserbett ein Randstreifen von unterschiedlicher Breite im Eigentum des Wasserbetteigentümers. Der Träger der Verkehrssicherungspflicht des Randstreifens ist in aller Regel der Eigentümer der Wasserstraße. Für die Besitzer der angrenzenden Waldgrundstücke ergeben sich demnach in aller Regel keine Verkehrssicherungspflichten an öffentlichen Wasserwegen.

3.2.2.9 Forstwirtschaftswegen

Bei Forstwirtschaftswegen handelt es sich überwiegend um Privatwege. Träger der straßenrechtlichen Verkehrssicherungspflicht an Forstwirtschaftswegen ist grundsätzlich derjenige, in dessen Baulast der Weg steht. Im Allgemeinen trifft demnach den Waldbesitzer die Verkehrssicherungspflicht, in dessen Waldbesitz sich der betreffende Weg befindet.

3.3 Abgrenzung der Verkehrssicherungspflicht des Waldbesitzers von der des Straßenbaulastträgers

Von der oben angesprochenen straßenrechtlichen Verkehrssicherungspflicht, die vornehmlich den baulichen Zustand der Straße betrifft, ist die so genannte Allgemeine Verkehrssicherungspflicht für an Straßen angrenzende Waldgrundstücke zu unterscheiden. Während erstere von Straßenbaulastträgern auf Grundlage der Straßen- und Wegegesetze wahrgenommen wird (vgl. Kap. 3.2), so ergibt sich für jeden Waldbesitzer aus dem Zivilrecht (§ 823 BGB) eine allgemeine Verkehrssicherungspflicht für die an sein Waldgrundstück angrenzenden Verkehrswege (BGH VersR 74/4, 88; vgl. Kapitel 3.4). Gegenstand dieser allgemeinen Verkehrssicherungspflicht sind Gefahren, die von Waldbäumen ausgehen und sich auf die Sicherheit benachbarter Straßen auswirken können.

Grundsätzlich ist zu klären, wer für Bäume an der Straße im Sinne der Verkehrssicherungspflicht verantwortlich zeichnet. Die Zugehörigkeit des betreffenden Baumes regelt die Zuständigkeit im Sinne der Verkehrssicherungspflicht: Ist der Baum als Bestandteil der Straße anzusehen (z.B. bei Alleen), so obliegt die Pflicht zur Verkehrssicherung dem Straßenbaulastträger. Ist der Baum indes ein Bestandteil des angrenzenden Waldes, so ist der betreffende Waldbesitzer oder derjenige, der für ihn verantwortlich handelt, für die Verkehrssicherung verantwortlich (BRELOER, 2001). Der BGH hat in seinem Urteil vom 13.07.1989 (VersR 1989, 477) in der Frage der Zuständigkeit von Straßenbaulastträger und Waldbesitzer festgestellt: Der einzelne Baum zählt zum Waldbestand und fällt damit in den Verantwortungsbereich des Waldbesitzers, solange er „unauffällig im Wald steht“ und damit nicht eindeutig der Straße zuzuordnen ist (vgl. BRELOER, 2002).

Stellt ein Straßenbaulastträger eine Beeinträchtigung der Sicherheit der Straße fest, kann er gegenüber dem Waldbesitzer sowohl das Selbsthilferecht nach § 910 BGB als auch den Beseitigungsanspruch nach §1004 BGB geltend machen. Führt der Waldbesitzer Maßnahmen zur Sicherstellung der Verkehrssicherheit durch, kommt er lediglich seiner Sorgfaltspflicht nach. Den Aufwand der Maßnahmen hat der Waldbesitzer ungeachtet ihrer Wirksamkeit deshalb selbst zu tragen. Der angrenzende Waldbesitzer hat unberührt der eigenen Verkehrssicherungspflicht

Maßnahmen des Straßenbaulastträgers zu dulden (BRELOER, 2001). Falls Gefahr im Verzug ist, ist der Straßenbaulastträger verpflichtet, die Verkehrssicherheit unverzüglich durch eigene Maßnahmen wiederherzustellen. Die Kosten hierfür trägt der Waldbesitzer. Falls eine akute Gefährdung der Straße nicht vorliegt, muss der Waldbesitzer zunächst aufgefordert werden, den verkehrsgefährdenden Zustand zu beseitigen. Erst wenn der Waldbesitzer dieser Aufforderung nicht nachkommt, wird der Straßenbaulastträger auf Kosten des Eigentümers tätig, von dessen Besitz die Gefahr ausgeht. GEBHARD (1995) vertritt in diesem Zusammenhang die Ansicht, dass ausschließlich Gefahren, die vom Zustand eines Baumes und nicht von seinem bloßen Vorhandensein ausgehen, auf eigene Kosten vom Waldbesitzer zu beseitigen seien. Kranke oder abgestorbene Äste, die Straßen gefährden könnten, sind demnach vom Eigentümer des betreffenden Baumes auf eigene Kosten zu entfernen. Hingegen gilt dies nicht für Gefahren, die aus dem bloßen Vorhandensein des Baumes resultieren, z.B. Laub, Nadeln oder Zapfen auf der Straße.

3.4 Erforderlicher Umfang der Verkehrssicherungspflicht für den Waldbesitzer

Gerichtsentscheidungen und Literatur definieren den erforderlichen Umfang der Gefahrenabwehrpflicht angrenzender Waldbesitzer. Im folgenden Abschnitt werden die unterschiedlichen Anforderungen an die Sorgfaltspflicht für öffentliche und private Straßen (Forstwirtschaftswege) dargestellt.

3.4.1 Verkehrssicherungspflicht an öffentlichen Straßen

Grundsätzlich bedeutet Verkehrssicherungspflicht, dass jeder, der Gefahrenquellen schafft oder andauern lässt, die notwendigen und zumutbaren Vorkehrungen zu treffen hat, um Dritte vor diesen Gefahrenquellen zu schützen (→§823 BGB). So heißt es in dem grundlegenden Urteil des BGH vom 30.10.1973 (BGH VersR 74/4, 88):

„...der Eigentümer eines an einer öffentlichen Straße liegenden Waldgrundstücks ist mit Rücksicht auf den Straßenverkehr verpflichtet, schädliche Einwirkungen auf die Verkehrsteilnehmer durch umstürzende Bäume zu vermeiden, soweit er die Gefahr nach Einsicht eines besonnenen, auf dem Gebiet der Forstwirtschaft fachlich

beratenen und gewissenhaften Menschen erkennen konnte...“ und weiter „...Der Verkehr muss gewisse Gefahren, die nicht durch menschliches Handeln oder Unterlassen entstehen, sondern auf Gegebenheiten oder Gewalten der Natur beruhen, als unvermeidbar und daher als eigenes Risiko hinnehmen. In solchen Fällen liegt eine schuldhafte Verletzung der Verkehrssicherungspflicht nur vor, wenn Anzeichen verkannt oder übersehen worden sind, die nach der Erfahrung auf eine weitere Gefährdung durch den Baum hinweisen“.

Der Waldbesitzer hat demnach alle notwendigen und zumutbaren Vorkehrungen zu treffen, um Gefahren für den Verkehr zu vermeiden. BRELOER (2002) nennt für den notwendigen Umfang der Vorkehrungen und Sicherungsmaßnahmen folgende grundsätzliche Kriterien:

1. Zustand des Baumes (Baumart, Alter, Schäden)
2. Standort des Baumes (Bestand, Straße, Feld)
3. Art des Verkehrs (Verkehrshäufigkeit und Wichtigkeit)
4. Verkehrserwartung (mit welchen Gefahren muss der Verkehrsteilnehmer rechnen?)
5. Zumutbarkeit der erforderlichen Maßnahmen (auch wirtschaftliche Zumutbarkeit)
6. Status des Verkehrssicherungspflichtigen (Privatmann ohne Fachwissen, Forstbehörde)

Die genannten grundsätzlichen Kriterien sind fallweise unterschiedlich zu bewerten. Die in der Literatur diskutierten Parameter einer dem Sorgfaltsmaßstab genügenden Verkehrssicherungspflicht werden im nachfolgenden Kapitel dargestellt.

3.4.1.1 Kontrollfrequenz

Um zu gewährleisten, dass der Waldbesitzer seine Sorgfaltspflichten im Zusammenhang mit der Verkehrssicherheit an öffentlichen Straßen erfüllt, sieht es GEBHARD (1995) in Anlehnung an die Rechtsprechung als ausreichend an, wenn der Waldbesitzer zweimal jährlich Sichtkontrollen durchführt (vgl. auch ANONYMUS 2003). Demgegenüber verweist BRELOER (2004) auf das sogenannte Essener Modell, dass einen zeitlichen Abstand von 9 Monaten zwischen den Kontrollen vorsieht. Der Vorteil dieses Modells liegt darin, dass der jeweilige Baum bei Kontrollen in

wechselnden Jahreszeiten ggf. in unterschiedlichem Belaubungszustand beurteilt werden kann. BRELOER (2004) sieht im Wald grundsätzlich eine einmalige Kontrolle pro Jahr für ausreichend an, wobei sie darauf hinweist, dass in vielen Fällen auch ein Abstand von 15 Monaten ausreichen kann. Als Orientierungswerte nennt BRELOER (A.A.O.) für Trimm-Dich-Pfade, Waldlehrpfade und Reitwege eine Kontrollfrequenz von 15 Monaten, wobei dieser Zeitabstand bei starker Frequentierung auf ein Jahr verkürzt werden müsse. Bei besonderen Einrichtungen an diesen Pfaden, Waldparkplätzen und an öffentlichen Straßen im Wald hält sie als Rahmenwert eine gründliche Kontrolle pro Jahr für erforderlich. HÖTZEL (1996) führt aus, dass allein der Zustand, Standort und die Verkehrsintensität für die Häufigkeit der Kontrollen maßgeblich ist. Eine allgemeingültige Empfehlung einer bestimmten Kontrollfrequenz sei nicht möglich. In der Rechtsprechung wird im Zusammenhang mit Kontrollhäufigkeiten wiederholt auf die wirtschaftliche Zumutbarkeit verwiesen. Während eine zweimalige Kontrolle pro Jahr in der Regel als noch zumutbar angesehen wird, weist BRELOER (2002) im Fall von besonders bruchgefährdeten Baumarten wie beispielsweise Pappel unter Verweis auf das Urteil des OLG Hamm vom 19.09.1995 darauf hin, dass "unter Umständen mehr als zweimal im Jahr im belaubten und unbelaubten Zustand kontrolliert werden müsse" (BRELOER, a.a.O., 42).

Generell können keine verbindlichen und allgemeingültigen Aussagen zur jeweils notwendigen Kontrollfrequenz getroffen werden. Maßgeblich ist immer die jeweilige Ausgangssituation, namentlich Verkehrsfrequenz, Verkehrserwartung und Zustand der Bäume, von denen eine Gefahr ausgehen kann.

3.4.1.2 Art der Kontrolle

Das Standardverfahren im forstlichen Bereich ist die visuelle Kontrolle der Waldbäume vom Boden aus. Jede weitergehende Forderung würde den Grundsatz der Zumutbarkeit verletzen (BRELOER 2002, OLG Köln VersR 1990, 287). BRELOER weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass eine Kontrolle vom Auto aus im Vorbeifahren selbst bei niedriger Geschwindigkeit unzulänglich ist. Jeder Baum, in dessen Fallbereich sich eine Straße befindet (vgl. Urteil des OLG Koblenz NVwZ-RR 1990, 169) sei immer direkt aufzusuchen und auf bedenkliche Merkmale zu überprüfen. Finden sich bedenkliche Merkmale, sind weitergehende Untersuchungen

erforderlich, um der Sorgfaltspflicht gerecht zu werden. Hierzu zählen Abklopfen, Bohrspanprobe, Ultraschall, Resistograph oder ähnliches. Während Abklopfen im begründeten Verdachtsfall noch als zumutbar erscheint, scheitert in der Praxis der Einsatz der übrigen zeit- und kostenintensiven Maßnahmen in aller Regel an der Verhältnismäßigkeit (vgl. BRELOER 2002): Die Verkehrssicherungs-Richtlinien des Landes NRW sehen hierzu explizit vor, bei Zweifeln bezüglich der Unbedenklichkeit den betreffenden Baum schlichtweg vorsorglich zu entnehmen. Für BRELOER (2002) besteht im Wald die Sicherungsmaßnahme grundsätzlich in der Fällung des betreffenden Baumes. Lediglich bei prominenten Einzelobjekten, wie etwa Naturdenkmalen, 1000-jährigen Eichen u.ä., erscheint eine über die visuelle Prüfung hinausgehende Untersuchung angebracht.

3.4.1.3 Sicherungsmaßnahmen

Werden Maßnahmen zur Sicherstellung der Verkehrssicherung notwendig (Gefahrbaumfällung), so sind die einschlägigen Maßgaben der Unfallverhütungsvorschriften zu beachten. Für Maßnahmen, die im Rahmen regulärer Holzernte in der Nähe von Straßen durchgeführt werden, ist der Gefahrenbereich des zu fällenden Baumes zu beachten. Die Unfallverhütungsvorschriften definieren den Gefahrenbereich als Kreisfläche mit einem Radius von mindestens der doppelten Baumlänge um den zu fällenden Baum (§ 5 Abs. 2 UVV Forsten, GUV 1.13). Um der Sorgfaltspflicht zu genügen, können unter gewöhnlichen Umständen die zu fällenden Bäume mit einer Seilwinde gesichert werden, ohne dass zwangsläufig eine Sperrung der Straße notwendig wird (vgl. Erl. Nr. 2 § 5 Abs. 7 & Anlage 4 UVV Forsten, GUV 1.13).

3.4.2 Verkehrssicherungspflicht an Forstwirtschaftswegen

Die Rechtsprechung sieht beim Waldbesitzer lediglich eine allgemeine, keine besondere Verkehrssicherungspflicht begründet. Dies bedeutet, dass eine Verkehrssicherungspflicht nur hinsichtlich derjenigen Gefahren besteht, die für einen die erforderliche Sorgfalt beachtenden Verkehrsteilnehmer nicht oder nicht rechtzeitig erkennbar sind und auf die er sich daher nicht oder nicht rechtzeitig einzustellen vermag (Urteile des OLG Celle vom 16.05.2001 –9U 244/00- und des OLG Düsseldorf vom 27.04.2001 –7 U 11/01, vgl. hierzu OTTO, 2002). BRELOER (2002) ist der Meinung, dass die Frage, in welchem Umfang Waldbesitzer Dritte vor Gefahren

schützen müssen, „nicht allgemein und abschließend beantwortet werden“ kann. Grundsätzlich gelten aber auch hier die unter 3.4.1 erläuterten Kriterien für den erforderlichen Umfang der Verkehrssicherungspflicht: Je nach Bedeutung des Waldes als Erholungsgebiet, Höhe des Erholungsdruckes und Art des Waldbestands sind unterschiedliche Häufigkeiten und Intensitäten bei Kontrollen und Vorkehrungen erforderlich. Die Rechtsprechung nennt in diesem Zusammenhang den Begriff der typischen und untypischen Gefahren. Typische Gefahren sind Gefahren, die ein besonnener und die erforderliche Sorgfalt beachtender Waldbesucher erkennen muss. Die vorrangig betriebliche Funktion von Forstwirtschaftswegen beinhaltet Unebenheiten des Belags, Verschmierungen, Äste und dergleichen (betrifft die straßenrechtliche Verkehrssicherungspflicht). Der Waldbesucher muss sich dieser typischen Gefahren bewusst sein. Untypische Gefahren sind demgegenüber Gefahren, auf die sich der besonnene und die erforderliche Sorgfalt beachtende Waldbesucher nicht einzustellen vermag. An Forstwirtschaftswegen sind untypische Gefahren beispielsweise Fällarbeiten im Wegebereich. In diesen Fällen ist die Durchführung von Sicherungsmaßnahmen unter Beachtung der Unfallverhütungsvorschriften unumgänglich. Das Gleiche gilt beispielsweise für durch Pilzbefall umsturzgefährdete Bäume an Wegen, was in aller Regel von einem Laien nicht erkennbar ist. Der Waldbesitzer, der die Gefahr erkennt, muss hier Vorsorge treffen und den Baum entnehmen. Für den Wald typische Gefahren wie z.B. Totäste im Wegebereich müssen demgegenüber nicht zwangsläufig entfernt werden. In Anbetracht der in Kapitel 3.4.1 dargelegten grundsätzlichen Kriterien wird an die Intensität der Kontrollen ein weniger strenger Maßstab anzulegen sein als an öffentlichen Straßen. So hält BRELOER (2002) im Regelfall eine jährliche visuelle Kontrolle für ausreichend.

Weisen Forstwirtschaftswege neben ihrer betrieblichen Funktion eine besondere Nutzungsart auf, wie z.B. bei ausgeschilderten Rad-, Wander-, Reit- oder Mountainbikewegen, so ist eine höhere Sorgfaltspflicht begründet, da mit der Ausweisung eine höhere Erwartungshaltung des Waldbesuchers in Bezug auf Wegemerkmale und Wegesicherheit begründet sein kann. Beispielsweise sollten keine Schranken ohne entsprechende Hinweisschilder auf Mountainbikewegen aufgestellt werden.

Um das finanzielle Risiko für den Forstbetrieb möglichst gering zu halten, empfiehlt z.B. die Bayerische Staatsforstverwaltung die Verkehrssicherungspflicht der Wege mit besonderer Nutzungsart im Rahmen einer privatrechtlichen Vereinbarung auf Dritte zu übertragen (AZ: F3-S 113-45). Dritte können hierbei Erholungsvereine oder auch Kommunen sein. Das Risiko aus der Verkehrssicherungspflicht kann von den Dritten bei einer privaten Versicherung abgesichert werden.

3.4.3 Verkehrssicherungspflicht im Bestandesinneren

Das Bundeswaldgesetz (BWaldG) garantiert dem Bürger das Recht, den Wald zum Zwecke der Erholung zu betreten (§ 14 Abs. 1 BWaldG). Es wird darauf hingewiesen, dass das Betreten auf eigene Gefahr erfolgt. Das Rahmengesetz beauftragt die Länder, die Einzelheiten zu regeln. So ist z.B. im § 25 Hessisches Forstgesetz explizit festgelegt, dass durch das freie Betretungsrecht des Waldes „besondere Sorgfalts- und Verkehrssicherungspflichten des Waldbesitzers [...] nicht begründet“ sind. Des ungeachtet existiert eine allgemeine Verkehrssicherungspflicht. Demnach hat der Waldbesitzer keine besonderen Vorkehrungen gegen typische Gefahren zu treffen, er muss den Waldbesucher aber vor allen untypischen Gefahren schützen. Typische Gefahren im Bestandesinneren sind beispielsweise Wurzeln, Bodenunebenheiten, tote Äste und abgestorbene Bäume. Der Waldbesucher hat sich im Rahmen seines freien Betretungsrechts auf solche typischen Gefahren einzustellen. Untypische Gefahren „sind alle, nicht durch die Natur oder die Art der Bewirtschaftung mehr oder weniger zwangsläufig vorgegebenen Zustände, insbesondere also die vom Waldbesitzer selbst geschaffenen Gefahrenquellen“ (BRELOER, 2002). Als Beispiel für untypische Gefahren wären im Bestandesinneren Bodeneinschläge oder Abbruchkanten von Steinbrüchen zu nennen. Der Waldbesitzer hat hier Vorsorge zu treffen, dass Dritte nicht zu Schaden kommen. Die wirtschaftliche Zumutbarkeit muss aber auch hier beachtet werden (BGH VersR 90, 1148).

Die Abgrenzung von typischen und untypischen Gefahren ist letztlich aber immer von der jeweiligen Ausgangslage abhängig. Ist ein Wald beispielsweise gesetzlich als Erholungswald ausgewiesen und damit faktisch ein erhöhter Verkehr eröffnet, so sind bezüglich der als typisch anzusehenden Gefahren andere Maßstäbe anzusetzen. BRELOER (2002, 63) fasst zusammen: „...je mehr er (der Wald, Anmerkung des

Verfassers) für den Verkehr geöffnet wird, desto größer werden die Verkehrsicherungspflichten des Waldbesitzers“. Letztlich gelten immer die grundsätzlichen Kriterien für den erforderlichen Umfang der Verkehrssicherungspflicht (Kap. 3.4.1).

3.4.4 Verkehrssicherungspflicht an Naturdenkmälern

3.4.4.1 Rechtslage

Naturdenkmäler stehen häufig im Eigentum privater oder öffentlicher Forstbetriebe. Es ist dem Eigentümer kraft Gesetz untersagt, „ein Naturdenkmal zu entfernen, zu zerstören oder zu verändern“ (Art. 9 (4) BayNatSchG, vgl. § 28 (2) BNatSchG).

Während grundsätzlich die Haftung für die Verkehrssicherheit beim Eigentümer liegt, sieht BRELOER (AFZ 2002, 1297 ff) aufgrund der beschränkten Verfügungsgewalt des Eigentümers über Naturdenkmäler die Naturschutzbehörde als verkehrssicherungspflichtig. Dem Eigentümer ist es unter diesen Voraussetzungen nicht möglich, vorbeugende Sicherungsmaßnahmen zu ergreifen. Sie verweist auf das Urteil des OLG Frankfurt (NuR 1990, 287), nach dem die untere Naturschutzbehörde „in erster Linie“ Verantwortung für die Verkehrssicherheit von Naturdenkmälern trägt. Der Waldbesitzer ist hingegen verpflichtet, das „Naturdenkmal auf seine Gefährlichkeit hin zu beobachten“, wobei ausschließlich eine visuelle Kontrolle gegebenenfalls mit Abklopfen gemeint ist. Auch das LG Paderborn sieht bei geschützten Naturdenkmälern eine in eine Meldepflicht umgewandelte Verkehrssicherungspflicht des Eigentümers (NuR 1991, 47). Werden Gefahrenmomente festgestellt, so ist die Naturschutzbehörde zu unterrichten. Diese wird dann im Rahmen ihrer Amtspflicht (Haftungsgrundlage §839 BGB, vgl. Kap. 3.1.4) tätig.

OTTO (2006) weist dagegen darauf hin, dass dem Baumeigentümer durch die Unterschutzstellung nicht die Verfügungsbefugnis als solche genommen werde; sie sei nur nicht mehr grenzenlos. Die Substanz des Eigentums und damit die grundsätzliche Verfügungsbefugnis bleibt erhalten. Dies führt in logischer Konsequenz dazu, dass die Pflichten gegenüber der Allgemeinheit (und damit auch die Verkehrssicherungspflicht) erhalten bleiben. Erhalten bleibt seiner Ansicht nach auch die Pflicht zur Pflege des Baumes, um zu verhindern, dass sich eine

Gefahrensituation entwickelt. Hierzu sind in der Regel Ausnahmegenehmigungen der Naturschutzbehörde erforderlich. Erst wenn diese unzulässigerweise nicht erteilt werden und Widerspruch und Klage hiergegen erfolglos bleiben, haftet die Naturschutzbehörde nach den Grundsätzen der Amtshaftung.

Die Gerichte haben hinsichtlich der Frage der Verantwortlichkeit uneinheitlich geurteilt. So hat das OLG Köln im Gegensatz zum OLG Frankfurt festgestellt, dass die Pflicht zur Verkehrssicherung immer bei der unteren Naturschutzbehörde liegt (VersR 1992, 1370). Demgegenüber urteilt das OVG Berlin (UPR 1997, 79), dass die Verantwortung für einen geschützten Baum und auch das Haftungsrisiko beim Eigentümer liegt.

In den Landesnaturschutzgesetzen der Länder Schleswig-Holstein (§ 19 Abs. 5) und Mecklenburg-Vorpommern (§ 25 Abs. 4 Satz 2) wird dem Eigentümer ausdrücklich die Pflicht zur Verkehrssicherung auferlegt. BRELOER (AFZ 2003, 82 ff) empfindet diese Bestimmungen für unzumutbar und hält deshalb ein Normenkontrollverfahren für aussichtsreich. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass zum gegebenen Zeitpunkt kein abschließendes Urteil hinsichtlich der Zuständigkeit für geschützte Bäume möglich ist. OTTO (2006) regt deshalb an, bei den anstehenden Novellierungen der Landesnaturschutzgesetze die Zuständigkeit einheitlich zu regeln.

Unabhängig davon sind Waldbesitzer wohl in unterschiedlich hohem Maße in der Lage, das Gefahrenpotential von Naturdenkmälern zu beurteilen. An einen bäuerlichen oder städtischen Waldbesitzer ohne forstliche Ausbildung sind andere Maßstäbe anzulegen als an eine Forstbehörde. Maßgeblich wird in diesem Zusammenhang sein, welche Erwartungen an das Kenntnisniveau des Waldbesitzers gestellt werden können. Inwieweit dann eine Verletzung der Meldepflicht als haftungsbegründend anzusehen ist, wird im Einzelfall zu entscheiden sein.

3.4.4.2 Kostenlast der Verkehrssicherung an Naturdenkmälern

Der Eigentümer ist in seiner Verfügungsfreiheit über sein Eigentum durch die Schutzverordnung stark eingeschränkt. Die anderenfalls gegebene Möglichkeit,

einen möglicherweise verkehrsgefährdenden Baum vorsorglich und kostengünstig zu entnehmen (vgl. Kap. 3.4.1.2), ist dem Waldbesitzer bei Naturdenkmälern verwehrt. BRELOER (AFZ 2002, 1297) weist darauf hin, dass nahezu alle Naturdenkmäler bedenkliche Merkmale aufweisen, die zur Sicherstellung der Verkehrssicherheit einer fachgerechten Überprüfung bedürfen. Oft ist dies nur mit erheblichem Aufwand und unter Umständen nur unter Hinzuziehen von Fachleuten möglich. Die hohen Kosten für Pflege und Kontrolle von Naturdenkmälern hält BRELOER (AFZ 2002, 1297) für unzumutbar und führt aus: „Jede Unterschutzstellung eines Baumes –gleichgültig ob durch eine Naturdenkmalverordnung oder eine Baumschutzsatzung oder andere Rechtsvorschrift- bedeutet eine Inhaltsbestimmung des Eigentums, deren grundsätzliche Zulässigkeit von der Rechtssprechung anerkannt ist. Insbesondere in den naturschutzrechtlichen Verordnungen und Satzungen aktualisiert sich die in Art 14 (1) 2 GG verankerte Sozialbindung des Eigentums, die grundsätzlich ausgleichslos hinzunehmen ist. Eine sog. ausgleichspflichtige Inhaltsbestimmung (des Eigentums, Anm. d. Verf.) liegt erst vor, wenn der Eigentümer durch einen Eingriff in sein Eigentum [...] unverhältnismäßig oder im Verhältnis zu anderen ungleich in unzumutbarer Weise belastet wird.“ In diesem Zusammenhang wird GÜNTHER (NuR 1994, 374) zitiert, nach dessen Ansicht es „der Naturschutzbehörde [...] obliegt, notwendige und oft teure [...] Maßnahmen am Naturdenkmal durchzuführen, wenn sie zur Sicherstellung der Verkehrssicherheit notwendig sind.“

Aufgrund der grundsätzlichen Verantwortung für das Eigentum lässt sich festhalten, dass der Waldbesitzer gut beraten ist, in seinem Eigentum befindliche Naturdenkmäler in regelmäßigen Abständen (vgl. Kap. 3.4.1.1) auf Gefahrenmomente hin zu kontrollieren und dies zu dokumentieren. Das Risiko einer Haftung wird dadurch zweifellos reduziert. Weiterhin empfiehlt es sich, die untere Naturschutzbehörde auf gegebene Verdachtsmomente hinzuweisen und eine fachgerechte Überprüfung des Baumnaturdenkmals durch die Naturschutzbehörde einzufordern. Bei gegebenen Haftungsansprüchen kann dann auf die Amtshaftung der Naturschutzbehörde (§ 839 BGB) verwiesen werden. Bei der Frage der Kostenübernahme ist immer auf die Grenze der Sozialpflichtigkeit des Eigentums hin abzustellen. Die Kosten für gegebenenfalls notwendige Pflege- und Sicherungsmaßnahmen trägt demnach die zuständige Naturschutzbehörde.

3.4.5 Umfang der Verkehrsicherungspflicht unter der Beachtung der aktuellen wirtschaftlichen Situation von Forstbetrieben

In den letzten Jahren sahen sich Forstbetriebe gleichzeitig sinkenden Erträgen aus der forstwirtschaftlichen Nutzung und steigenden Ansprüchen seitens der Gesellschaft gegenüber. Inwieweit der jüngst wieder steigende Holzpreis vor diesem Hintergrund eine Trendwende bedeutet, bleibt abzuwarten. NÜBLEIN (2003) verweist auf negative Reinerträge von mehr als 60% der Körperschaftswaldbetriebe und mehr als 40 % der Privatwaldbetriebe (jeweils ab 200 ha Größe, LWF aktuell Nr. 42, 2003) und befürchtet bei zusätzlichen Belastungen ein "Desaster" für die Forstwirtschaft. v.KANITZ (2003) spricht angesichts sinkender Holzpreise und gleichzeitig steigender Löhne von einer "unaufhaltsamen Preis-Kostenschere" und sieht unter Verweis auf steigende gesellschaftliche Ansprüche die Wirtschaftlichkeit in Frage gestellt. Setzt man die angesprochene Entwicklung in den Kontext zu der vom Bundesgerichtshof geforderten Beachtung der wirtschaftlichen Zumutbarkeit (BGH VersR 90, 1148; vgl. BRELOER 2002), so stellt sich die Frage, wie mit Forderungen nach höheren Kontrollintensitäten umgegangen werden soll. Eine Anpassung der gesellschaftlichen Angemessenheitsvorstellungen an die sinkende wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der Betriebe könnte in diesem Kontext bedeuten, die Anforderungen an die Betriebe in der laufenden Rechtsprechung zu reduzieren oder zumindest nicht weiter zu verschärfen.

4 Regelungen der Länder zur Verkehrssicherungspflicht

Im folgenden Kapitel wird auf die Bestimmungen der staatlichen Forstverwaltungen zur Verkehrssicherung zum Stichtag 01.01.2002 näher eingegangen. Ziel ist, die Verwaltungsvorschriften den im Kapitel 3 dargestellten Anforderungen gegenüberzustellen.

Die Länder haben in Anlehnung an die Rechtsprechung für die landeseigenen und die unter Landesverwaltung stehenden Wälder Verwaltungsvorschriften erlassen, die in Tab. 1 dargestellt sind. Es fällt auf, dass die Länder höchst unterschiedlich detaillierte Vorschriften zum Thema Verkehrssicherungspflicht getroffen haben. Baden-Württemberg, Hessen, Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern und Nordrhein-Westfalen haben umfangreiche Bestimmungen und Leitlinien zur Verkehrssicherungspflicht verfasst. Demgegenüber beschränken sich Rheinland-Pfalz, Bayern, Thüringen und das Saarland auf Bestimmungen zur Verkehrssicherungspflicht an öffentlichen Straßen. In Sachsen und Brandenburg bestehen keine differenzierten Regelungen, Schleswig-Holstein beschränkt sich auf eine Regelung an Forststraßen und in Niedersachsen sind entsprechende Vorschriften in Bearbeitung. Die Stadtstaaten nehmen aufgrund ihrer besonderen Situation im Ballungsraum mit deutlich höheren Anforderungen an Sorgfaltspflicht und Baumschutzverordnungen eine Sonderstellung ein.

4.1 Art der Kontrollen

Grundsätzlich stellen die Bundesländer auf die visuelle Begutachtung als Regelkontrolle ab. Nähere Vorschriften zur Art der Kontrolle von Waldbeständen erlassen nur wenige Bundesländer. So trifft einzig Baden-Württemberg eine Aussage zu der Kontrolltiefe, in welcher entlang öffentlicher Straßen Bäume auf eine mögliche Gefährdung hin kontrolliert werden müssen und nennt als Maß eine Baumlänge (vgl. Kap. 3.4.1.2).

Die meisten Bundesländer differenzieren hinsichtlich des notwendigen Sorgfaltsmaßstabs nach der zu erwartenden Benutzungsintensität, wobei als Unterscheidungsmerkmal die Straßenklasse herangezogen wird: Zwischen öffentlichen Straßen einerseits und Forststraßen, Forststraßen mit besonderer

Nutzungsart (Reit- und Wanderwege) und dem Bestandesinneren andererseits werden in unterschiedlicher Detaillierung Aussagen zum erforderlichen Umfang der Verkehrssicherungspflicht getroffen.

Im Bereich von Forststraßen, die eine besondere Nutzung aufweisen wie Reit- oder Wanderwege, wird meist eine „erhöhte Sorgfaltspflicht gefordert“ (Baden-Württemberg, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt). Sachsen-Anhalt geht hier noch weiter und fordert, den gleichen Sorgfalthmaßstab wie bei öffentlichen Straßen anzulegen und Kontrollen zu dokumentieren.

4.2 Kontrollfrequenz

Für Kontrollen an Forststraßen geben einige Bundesländer nicht näher bestimmte Empfehlungen wie „regelmäßige Kontrollen in Abhängigkeit von der Besucherfrequenz“ (Sachsen-Anhalt), „gelegentliche Kontrollen“ (Hessen), „von Zeit zu Zeit“ (Mecklenburg-Vorpommern) oder verweisen auf die „allgemeine Verkehrssicherungspflicht“, ohne dies in Bezug auf die Kontrollfrequenz näher auszuführen (Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen). Allein Schleswig-Holstein wird konkreter und fordert eine jährliche Kontrolle im Bereich der Forststraßen.

An öffentlichen Straßen geben die meisten Bundesländern klare Anweisungen, in welchen Abständen zu kontrollieren ist (Berlin, Bremen, Sachsen-Anhalt, Thüringen, Hamburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz). Es wird meist eine Kontrollfrequenz von zweimal jährlich oder mindestens zweimal jährlich gefordert (Ausnahme Berlin: mindestens einmal jährlich). Nähere Angaben zum Kontrollzeitpunkt machen Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Saarland, Sachsen-Anhalt und Thüringen, wobei auf den unterschiedlichen Vegetationszustand eingegangen wird. Unbestimmtere Aussagen zu Kontrollfrequenzen treffen die beiden südlichen Bundesländer: Baden-Württemberg empfiehlt eine „regelmäßige Überwachung“, Bayern fordert einen Kontrollturnus von „etwa jährlich einmal“. Die Kontrolle nach besonderen Gefahrensituationen empfehlen die Bundesländer Baden-Württemberg, Hessen, Nordrhein-Westfalen und das Saarland.

Für das Bestandesinnere wird in keinem der Bundesländer eine Aussage zur

Kontrollfrequenz getroffen.

4.3 Fazit

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich die Verwaltungsvorschriften der Länder in Bezug auf Aussagen zur Kontrollfrequenz und Art der Kontrolle unterschiedlich detailliert äußern. Auch der Verbindlichkeitsgrad der Vorschriften ist von Bundesland zu Bundesland unterschiedlich. Nordrhein-Westfalen spricht von „Leitlinien zur Verkehrssicherungspflicht“, Baden-Württemberg von „Leitfaden“, Sachsen-Anhalt von einem „Merkblatt“, explizit nicht von einer Verwaltungsvorschrift. Offensichtlich wird die Frage des jeweiligen Regelungsbedarfes unterschiedlich beurteilt. Dies ist wohl im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass sich weder aus der Rechtsprechung noch dem einschlägigen Schrifttum einheitlich verbindliche und hinreichend bestimmte Vorgaben entnehmen lassen (vgl. auch Kap. 3.4.1.1, 3.4.1.2).

	Bestandes- inneres	Waldwege mit normalem Besucherverkehr	Waldwege mit besonderer Nutzungsart (Wander- und Reitwege)	öffentliche Straßen	Kooperation mit anderen Behörden
Baden- Württemberg	Besondere Verkehrs-sicherungspflicht nicht gegeben, Pflicht zum Selbstschutz	Allg. Verkehrssicherungspflicht; Sicherungsmaßnahmen nur im Einzelfall, z.B. im Rahmen der Vorsorge der Holzernnte	Erhöhte Sorgfaltspflicht, insbesondere bei Wegezwang (z.B. ausgewiesene Reitwege); Umfang der Kontrollen und der Wartung ist abhängig von der örtlichen Situation.	Regelmäßige Überwachung des Bestandes auf Tiefe der Baumlänge, zusätzliche Kontrolle nach besonderen Ereignissen (Sturm, Hieb, u.ä.)	Insbesondere bei Straßensperrung erfolgt im Einzelfall Absprache mit Straßenbaubehörden bzw. Kommunen
Bayern	Keine expliziten Verwaltungsvorschriften	Keine expliziten Verwaltungsvorschriften		Überprüfung der Bestandesränder längs öffentlicher Straßen "in regelmäßigem Turnus, d.h. etwa jährlich einmal" im Beisein eines Vertreters des jeweiligen Straßenbaustraßenträgers.	1x jährliche Tagfahrt mit Vertretern der Forst- und Straßenbaubehörden. Gefahren im Rahmen der forstlichen Betriebsarbeiten und Gefahren, die durch höhere Gewalt oder unbekannte Dritte entstanden sind, beseitigt die Staatsforstverwaltung auf eigene Kosten. Alle anderen Gefahren beseitigt die Straßenbauverwaltung.
Berlin	Keine expliziten Verwaltungsvorschriften	Keine expliziten Verwaltungsvorschriften		Sonderfall: Bäume auf öffentlichen Straßen, Kontrolle mind. 1x jährlich, visuelle Prüfung, bei Verdacht manuelle Überprüfung (Abklopfen), Dokumentationspflicht	Keine Angabe
Brandenburg	Keine expliziten Verwaltungsvorschriften	Keine expliziten Verwaltungsvorschriften			
Bremen	Sonderfall aufgrund geringen Waldanteils: Kontrolle abhängig von Benutzungsfrequenz, alle 2-8 Wochen. Dokumentationspflicht.				
Hamburg	keine besonderen Vorschriften, lediglich der Hinweis, dass Waldaußenränder ohne Gefährdungspotential mind. 1x jährlich, mit Gefährdungspotential mind. 2x jährlich zu kontrollieren sind			Begutachtung mind. 2x jährlich	Keine Angabe

Tab. 1 Übersicht über die Verwaltungsvorschriften der Länder zur Verkehrssicherungspflicht

	Bestandesinneres	Waldwege mit normalem Besucherkehr	Waldwege mit bes. Nutzungsart (Wander- und Reitwege)	öffentliche Straßen	Kooperation mit anderen Behörden
Hessen	bes. Verkehrssicherungspflicht nicht erforderlich	allg. Verkehrssicherungspflicht mit erhöhter Sorgfaltspflicht (gelegentliche visuelle Kontrolle)	erhöhte Sorgfaltspflicht: visuelle Kontrolle mind. 1x jährlich zu Beginn der Vegetationszeit, Dokumentationspflicht	Kontrolle 2x jährlich. Zusätzlich nach besonderen Vorfällen, wie z.B. Sturm o.ä.	Straßenabsperungen werden in Amtshilfe von der Straßenbauverwaltung durchgeführt. Daneben in 3-jährigem Turnus Baumschau mit anderen betroffenen Behörden
Mecklenburg-Vorpommern	Generelle Unterscheidung nach Wald- und Straßenbäumen, wobei sich Straßenbäume auf öffentliche Straßen beziehen. Keine weitergehende Differenzierung. Auf ausgeschilderten Wanderwegen wird "von Zeit zu Zeit" eine visuelle Überprüfung gefordert. Besonders zu sichern sind, weil atypische Gefahren des Waldes, schwer erkennbare Hindernisse, Holzstapel, Brücken sowie Schranken.			mind. zweimalige Kontrolle pro Jahr (je einmal während und nach der Vegetationszeit), visuelle Überprüfung grundsätzlich ausreichend, im Verdachtsfall weitergehende Untersuchung erforderlich. Dokumentationspflicht.	Keine Angabe
Niedersachsen	Verwaltungsvorschriften in Bearbeitung				
Nordrhein-Westfalen	bes. Verkehrssicherungspflicht nicht erforderlich, atypische Gefahren sind aber zu erkennen und umgehend zu beseitigen	Allg. Verkehrssicherungspflicht. Lediglich Beseitigung atypischer Gefahren des Waldes.	Erhöhte Sorgfaltspflicht. Unmittelbare Sichtkontrollen nach "sehr gefährträchtigen Wetterlagen".	Kontrolle 2x jährlich, bis zum 31.03 sowie bis zum 31.10 eines Jahres. Zusätzlich nach besonderen Fällen, z.B. Sturm etc. Dokumentationspflicht bei Gefahrenlagen.	keine Angabe
Rheinland-Pfalz	Keine expliziten Verwaltungsvorschriften unter Verweis auf sehr differenzierte und uneinheitliche Rechtsprechung.				
				Sichtkontrolle, 1-2x jährlich. Dokumentationspflicht.	keine Angabe

	Bestandesinneres	Waldwege mit normalem Besucherverkehr	Waldwege mit besonderer Nutzungsart (Wander- und Reitwege)	öffentliche Straßen	Kooperation mit anderen Behörden
Saarland	Keine expliziten Verwaltungsvorschriften.			mind. 1x jährlicher Begang im Frühjahr im belaubten Zustand, ein weiterer Begang im Spätsommer vor der Laubfärbung wird empfohlen. Zusätzlich nach extremen Witterungsereignissen (Sturm, Nassschnee, Eisregen, Gewitter). Dokumentationspflicht.	Gemeinsamer Begang durch Forst- und Straßenbauverwaltung. Gefahren im Rahmen der forstlichen Betriebsarbeiten und Gefahren, die durch höhere Gewalt oder unbekannte Dritte entstanden sind und von staatsforsteigenen Grundstücken ausgehen, werden auf eigene Kosten beseitigt. Alle anderen Gefahren beseitigt die Straßenbauverwaltung.
Sachsen	Keine expliziten Verwaltungsvorschriften zum Thema Verkehrssicherungspflicht				
Sachsen-Anhalt	bes. VSP nicht erforderlich, atypische Gefahren sind aber zu erkennen und umgehend zu beseitigen keine besondere Sorgfaltspflicht im Bestandesinneren, außer im ausgewiesenen Erholungswald.	erhöhte Sorgfaltspflicht, abhängig von der Besucherfrequenz; Beseitigung auch von typischen Gefahren; nur wenn regelmäßige Kontrolle nicht möglich, erfolgen gezielte Kontrollen 1x jährliche visuelle Kontrolle zur Überprüfung der Standfestigkeit. Dokumentationspflicht.	keine besondere Verkehrssicherungspflicht, aber erhöhte Sorgfaltspflicht wie bei öffentlichen Straßen; Dokumentationspflicht	zweimalige Sichtkontrollen pro Jahr, im belaubten und unbelaubten Zustand. Dokumentationspflicht. Im Verdachtsfall eingehende Untersuchung erforderlich.	keine Angabe
Schleswig-Holstein			keine gesonderte Erwähnung	es existieren keine gesonderten Verwaltungsvorschriften	keine Angabe
Thüringen	Keine expliziten Verwaltungsvorschriften.			Zwei Baumschauen pro Jahr (im belaubten und unbelaubten Zustand). Visuelle Kontrolle ausreichend, nur im Verdachtsfall eingehende Untersuchung. Dokumentationspflicht.	

5 Ergebnisse

5.1 Fragebogenversand und Rücklaufquote

Alle Landesforstverwaltungen außer der bayerischen und der baden-württembergischen Forstverwaltung beteiligten sich an dem Vorhaben. Mit Unterstützung der Landesministerien wurden insgesamt 735 Fragebögen an 147 staatliche Forstämter (5 Fragebögen je Forstamt) verschickt. Adressaten sind staatliche und kommunale Revierbeamte. Weiterhin sind 105 Fragebögen 71 privaten Forstbetrieben übergeben worden. In die Auswertung können letztlich 429 Fragebögen einbezogen werden. Die Rücklaufquote beträgt 51%.

5.2 Kennzahlen der Untersuchungsreviere

Die Fragebögen und demzufolge auch die vorliegende Untersuchung stellen auf das Revier als Untersuchungseinheit ab. Alle untersuchten Reviere liegen in der Bundesrepublik Deutschland. Die mittlere Reviergröße beträgt 1216 ha (135-4643 ha, σ 441). Aufschlussreich erscheint die Differenzierung nach den relevanten Unterscheidungskriterien Bundesland, Baumarten, Topographie, Besitzart und Straßenklassen.

5.2.1 Verteilung der untersuchten Reviere nach Bundesländern

Die Länder Nordrhein-Westfalen und Hessen sind mit jeweils rund 17% der untersuchten Reviere am stärksten vertreten. Daneben überschreitet noch Niedersachsen die 10%-Marke. Lediglich 4% der untersuchten Reviere liegen in Baden-Württemberg. Der geringe Anteil des waldreichen und großen Bundeslandes erklärt sich aus dem Umstand, dass staatlichen Forstbetriebe nicht an der Untersuchung teilgenommen haben. Die gleiche Ausgangssituation in Bayern (keine Staatsbetriebe) führt zu einer 5%-Beteiligung an der Untersuchung (vgl. Tab. 6). Gemessen an der Bedeutung der beiden Länder für die Forstwirtschaft der Bundesrepublik sind Bayern und Baden-Württemberg an der Untersuchung unterdurchschnittlich repräsentiert. Demgegenüber sind Schleswig-Holstein und das Saarland mit 2% bzw. 1% gemessen an Landesgröße und Waldanteil angemessen vertreten. Das Mittelfeld zwischen 6% und 9% teilen sich die übrigen Länder. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Verteilung der untersuchten

Reviere auf die Bundesländer.

Bundesland	Anzahl N	Prozentanteil der untersuchten Reviere
Baden-Württemberg	18	4,2
Bayern	23	5,4
Brandenburg	31	7,2
Hessen	71	16,6
Mecklenburg-Vorpommern	30	7,0
Niedersachsen	44	10,3
Nordrhein-Westfalen	71	16,6
Rheinland-Pfalz	38	8,9
Saarland	6	1,4
Sachsen	34	7,9
Sachsen-Anhalt	29	6,8
Schleswig-Holstein	8	1,9
Thüringen	26	6,1
Summe	429	100

Tab. 2 Verteilung der untersuchten Reviere nach Bundesländern

5.2.2 Kategorisierung nach Baumartenanteil

Der Baumartenanteil eines Reviers liefert als Standard forstwirtschaftlicher Untersuchungen auch bei der vorliegenden Untersuchung wertvolle Aufschlüsse. Die Untersuchungsreviere wurden deshalb nach dem Baumartenanteil kategorisiert: Hält eine Baumart mehr als 50%, bezeichnet diese Baumart den Reviertyp (z.B. ein Eichenrevier). Erreicht keine Einzelbaumart die 50%-Marke, werden Laubmisch- oder Nadelmischreviere ausgewiesen.

Revierkategorie	Anzahl N	Prozentanteil der untersuchten Reviere		Zum Vergleich: Bund (BWI II)
Fichtenrevier	117	32,6	68,2	59,0
Kiefernrevier	77	21,4		
Nadelmischrevier	51	14,2		
Eichenrevier	8	2,2	31,8	41,0
Buchenrevier	42	11,7		
Pappelrevier	1	0,3		
Laubmischrevier	63	17,5		
Total	359	100	100	100

Tab. 3 Revierkategorien nach Baumart und Baumartengruppen

Aus Tab. 3 wird ersichtlich, dass die untersuchten Reviere die Baumartenzusammensetzung in der BRD hinreichend repräsentieren. Erwartungsgemäß dominieren die beiden Nadelholzarten Fichte (in 33% der Fälle) und Kiefer (in 21% der Fälle) die untersuchten Reviere. Nadelholzreviere, bei denen keine Baumart mit mehr als 50% beteiligt ist, aber das Nadelholz insgesamt führt, sind mit 14% beteiligt. Insgesamt ergeben sich damit Reviere mit überwiegendem Nadelholz in 68% der Fälle. Die verbleibenden 32% der untersuchten Reviere teilen sich Buchen- (12%), Eichen- (2%) und Laubholzreviere (18%).

5.2.3 Topographische Verteilung

Im Vorfeld der Untersuchung wurde die Hypothese formuliert, dass Hanglagen höhere Aufwendungen für Verkehrssicherung erfordern. Als einfaches Differenzierungsmerkmal wurde die topographische Einteilung der Untersuchungsreviere nach Flachland, Mittel- und Hochgebirge eingeführt. Eine Mehrheit der Reviere mit einem Anteil von 56 % liegt im Mittelgebirge, 44% der Reviere befinden sich im Flachland. Hochgebirgsreviere sind nicht an der Untersuchung beteiligt. Während im Saarland nur Mittelgebirgsreviere untersucht werden, liegen in den Bundesländern Schleswig-Holstein, Brandenburg und Mecklenburg erwartungsgemäß alle untersuchten Reviere im Flachland.

Bundesland	Mittelgebirge	Flachland
Baden-Württemberg	50%	50%
Bayern	36%	64%
Brandenburg	-	100%
Hessen	96%	4%
Mecklenburg-Vorpommern	-	100%
Niedersachsen	49%	51%
Nordrhein-Westfalen	58%	42%
Rheinland-Pfalz	97%	3%
Saarland	100%	-
Sachsen	68%	32%
Sachsen-Anhalt	24%	76%
Schleswig-Holstein	-	100%
Thüringen	81%	19%
Summe	56%	44%

Tab. 4 Verteilung der Untersuchungsreviere nach Topographie und Bundesländern

5.2.4 Differenzierung nach Besitzart

Legt man das Augenmerk auf die Besitzarten der untersuchten Reviere, so ergibt sich über alle Bundesländer hinweg eine konzeptionell erwünschte Mehrgewichtung der Landes- bzw. Staatswaldreviere (61%). Während Kommunal- und Mischreviere vielfach ebenfalls von staatlichen Forstbediensteten geführt werden, ergeben sich aus der Beteiligung privater Forstbetriebe (15%) möglicherweise Aussagen zu unterschiedlichen Präventionsintensitäten (vgl. Kapitel 5.3.9, 5.4.2.2.4, 5.4.3.2.6, 5.5.3.3.2). Im Folgenden wird Staatswaldrevier synonym mit Landeswaldrevier verwendet.

Bundesland	Landes-/ Staatswald	Kommunal- Wald	Privat- Wald	Misch- Revier
Baden-Württemberg	-	-	100%	-
Bayern	-	13%	87%	-
Brandenburg	71%	6%	7%	16%
Hessen	28%	23%	21%	28%
Mecklenburg- Vorpommern	77%	-	-	23%
Niedersachsen	90%	5%	5%	-
Nordrhein- Westfalen	92%	1%	7%	-
Rheinland-Pfalz	40%	29%	2%	29%
Saarland	33%	-	-	67%
Sachsen	91%	9%	-	-
Sachsen-Anhalt	68%	14%	4%	14%
Schleswig-Holstein	87%	-	-	13%
Thüringen	65%	4%	-	31%
Summe	61%	9%	15%	15%

Tab. 5 Verteilung der untersuchten Reviere nach Besitzarten und Bundesländern

Im Einzelnen erklärt sich der hohe Privatwaldanteil in Baden-Württemberg und Bayern aus der bereits angesprochenen Zurückhaltung der jeweiligen Forstverwaltung gegenüber der vorliegenden Untersuchung. Der geringe Anteil von Staatswaldrevieren an der gesamten Anzahl der untersuchten Reviere in Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland erklärt sich aus den hohen Anteilen an Kommunalwald- und Mischrevieren, deren Bewirtschaftung von den dortigen Forstverwaltungen durchgeführt wird.

5.2.5 Verteilung nach Straßenklassen

Ganz überwiegend sind die Maßnahmen der Verkehrssicherung an Straßen notwendig. Eine der interessantesten Fragen ist mithin, ob sich die Kosten der Verkehrssicherung an Straßen verschiedener Kategorien signifikant unterscheiden.

	N	%	Minimum [km]	Maximum [km]	Ø [km]	σ [km]
Bundesautobahn	55	13	0	12	3,395	2,934
Bundesstraßen	188	44	0	14	3,664	3,061
Landstraßen	291	68	0,1	34,8	5,306	4,998
Kreisstraßen	258	60	0,1	20	3,976	3,679
Gemeindestraßen	250	58	0,1	46,6	5,175	6,708
Forststraßen	291	68	0,1	325	36,685	40,908
Wasserstraßen	12	3	0	7,8	2,342	2,421
Bahn	103	24	0	84	3,249	8,304
sonstige Straßen	100	23	0,2	100	12,848	18,505
Summe					11,022	

Tab. 6 Kontrollstrecken [km] nach Straßenklassen je Revier

Bei den öffentlichen Straßen fällt auf, dass Kontrollstrecken an Bundesautobahnen in nur 13%, an Bundesstraßen hingegen in immerhin 44% aller Reviere vorkommen. Kontrollstrecken an Land-(68%), Kreis-(60%) und Gemeindestraßen (58%) weisen eine Mehrzahl der Reviere auf. Kontrollstrecken an Wasserstraßen kommen nur in 3% aller Reviere vor, während Bahnstrecken und sonstige Straßen in immerhin 24% aller Reviere kontrolliert werden müssen. Die Kategorie "sonstige Straßen" ist eine Sammelkategorie. Vorwiegend sind hier Wanderwege (64%) und Radwege (10%) genannt, gefolgt von Bebauungsgrenzen (8%) und Waldparkplätzen (5%). Reitwege und Loipen sind von untergeordneter Bedeutung. Forststraßen werden in 68% der Reviere kontrolliert. Es ist zu erwarten, dass Forststraßen in jedem Revier existieren. Dies lässt den Rückschluss zu, dass immerhin in 32% der Reviere Forststraßen nicht kontrolliert werden. Öffentlichen Straßen und Bahn sind durchschnittlich mit jeweils 3,2-5,3 km Streckenlänge je untersuchtem Revier vertreten. Forststraßen und sonstige Straßen weisen mit durchschnittlich rund 37 bzw. 13 km höhere Kontrollstrecken auf. Über alle Straßenklassen hinweg ergibt sich insgesamt eine durchschnittliche Kontrollstrecke von rund 11 km pro Revier. Die Größenordnung der Kontrollstrecken und die Verteilung der einzelnen Straßenklassen auf die Untersuchungsreviere entsprechen damit den Erwartungen aus dem Vorfeld der Untersuchung.

5.3 Kontrolle der Verkehrssicherheit

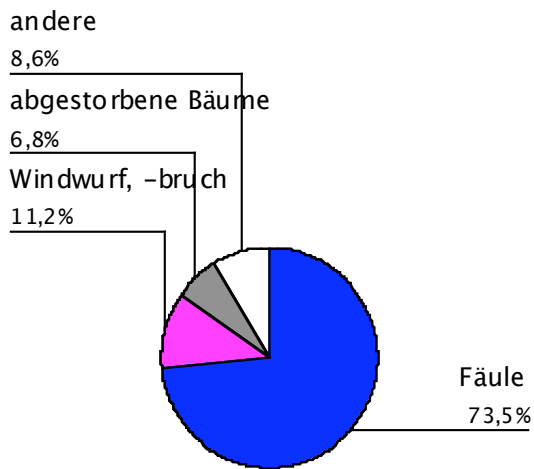
Kontrolle der Verkehrssicherheit setzt Kenntnis über potentielle Gefahren voraus. Inhalt der folgenden Abschnitte ist zunächst die Darstellung potentieller Gefährdungsursachen nach Baumarten (Kap. 5.3.1). Daraus abgeleitet wird die so genannte „Kritische Baumhöhe“, wobei interessiert, ab welcher Höhe eine bestimmte Baumart allgemein eine Gefahr für den Verkehr darstellen kann (Kap. 5.3.2). Zentrale Bedeutung hat die Darstellung des Zeitaufwandes für Kontrolltätigkeiten (Kap. 5.3.3) und der Kontrollfrequenz (Kap. 5.3.4). Jahreszeitliche Verteilung (Kap. 5.3.5), Trägerschaft (Kap. 5.3.6), Dokumentation (Kap. 5.3.7), Umfang des Outsourcing (Kap. 5.3.8) und Verwaltungsaufwand von Kontrolltätigkeiten (Kap. 5.3.9) bilden den Abschluss des Kapitels.

5.3.1 Gefährdungsursachen

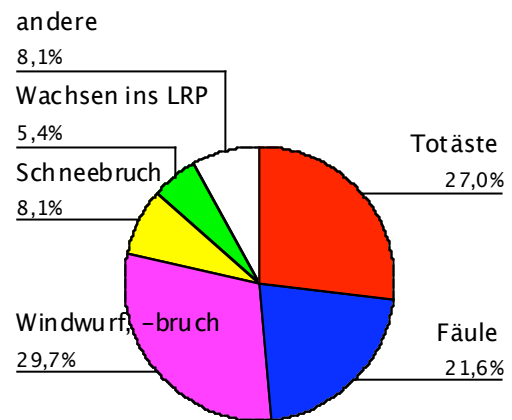
Ziel ist es, die wesentlichen Aufwandsgrößen und Parameter der Kontrolle zu erfassen. Hierzu zählt die Frage, welche Ursachen dem Gefahrenpotential der einzelnen Baumarten zugrunde liegen. Bei der Auswertung konnte bei den Hauptbaumarten Fichte, Buche und Eiche erwartungsgemäß eine sehr niedrige Hypothesenscheu festgestellt werden (keine Antwort zu Gefährdungsursache). Bei der Buche geben 23%, bei der Eiche 28% und bei der Fichte nur 20% der Befragten keine Antwort. Bei allen anderen Baumarten liegt die Hypothesenscheu deutlich höher. Dies ist konzeptionell gewünscht, indem im Fragebogen nur bei fundierter Erfahrung mit einer Baumart um Antwort gebeten wurde (vgl. Anhang 10.4, Teil 1a). Diese Vorgehensweise ist von Vorteil, um auch bei seltener vorkommenden Baumarten ein verlässliches Expertenurteil bei einer geringeren Anzahl von Nennungen zu erhalten.

Abbildung 5 informiert über die Gefährdungsursachen bei Nadelholz, Abbildung 6 über die bei Laubholz. Alle Baumarten, zu denen mehr als 30 Expertenmeinungen vorliegen, sind nachfolgend graphisch dargestellt. Nähere Informationen hierzu und Baumarten mit einer Datenbasis von weniger als 30 Expertenmeinungen finden sich in den Tabellen im Anhang 10.1.

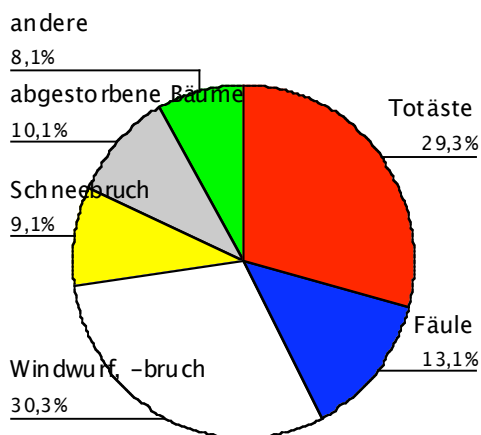
Gefahrenquellen der Fichte



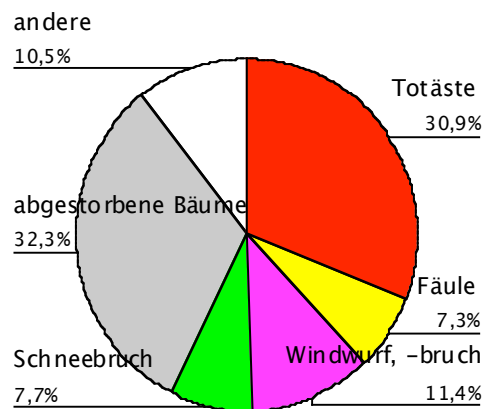
Gefahrenquellen der Tanne



Gefahrenquellen der Douglasie



Gefahrenquellen der Kiefer



Gefahrenquellen der Lärche

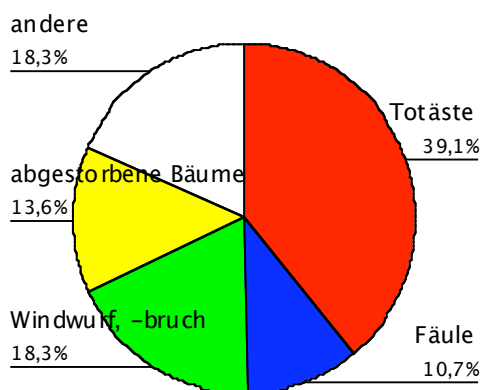
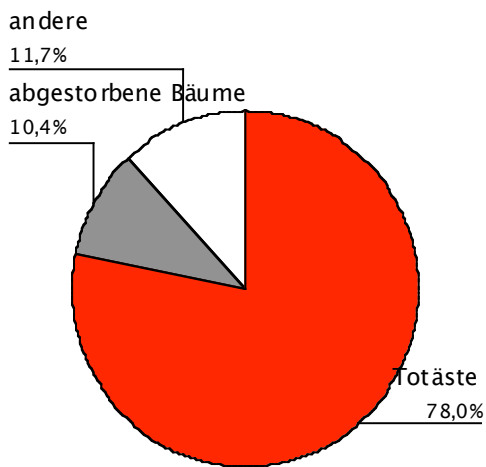
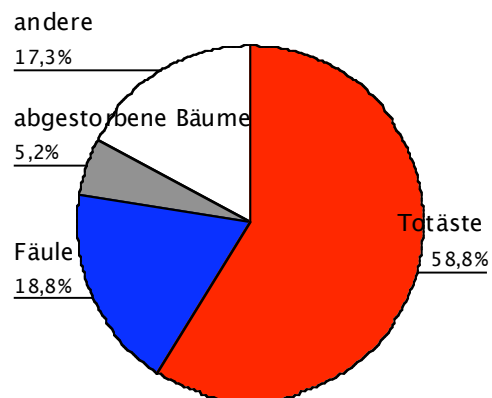


Abb. 5 Gefahrenquellen der Verkehrssicherheit an Nadelbäumen

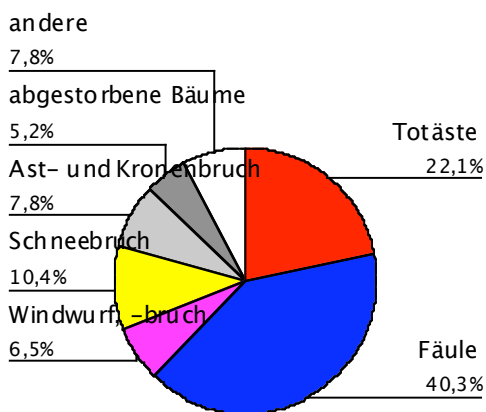
Gefahrenquellen der Eiche



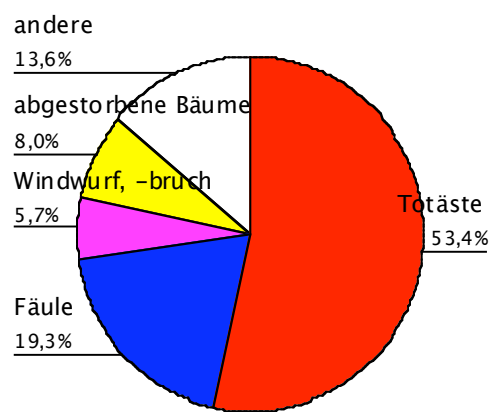
Gefahrenquellen der Buche



Gefahrenquellen der Weide



Gefahrenquellen der Pappel



Gefahrenquellen der Erle

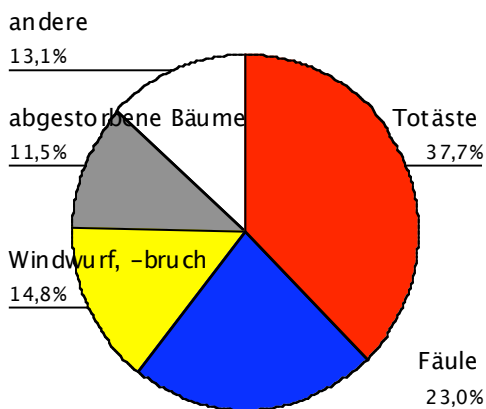


Abb. 6 Gefahrenquellen der Verkehrssicherheit an Laubbäumen

Aus der Summe der Beantwortungen ergeben sich hinsichtlich der Gefährdungsursachen klare Unterschiede zwischen den Baumarten Eiche, Buche und Fichte. Während bei Buche und Eiche klar die Totäste (58% bzw. 78%) die Hauptgefährdung bilden, so ist bei der Fichte die Rotfäule maßgeblich (74%), mit deutlichem Abstand gefolgt vom Windwurfisiko (11% der Antworten). Bei der Lärche dominieren mit jeweils rund 39% die Totast-, gefolgt von Windwurfgefahr mit 18%. Ein anderes Bild zeigt sich mit einem etwas geringeren Totastanteil (31%) bei der Kiefer. Hier sehen 32% der Befragten eine Gefahr in abgestorbenen Bäumen. Bei der Douglasie hingegen erwarten die Befragten ein deutlich höheres Gefährdungspotential im Windwurf (30%), gefolgt von der Gefährdung durch Totäste (29%). Schneebruch, abgestorbene Bäume, Zwiesel bzw. Steiläste und Fäule spielen eine untergeordnete Rolle.

Bei den Laubbaumarten scheint die Gefahr primär von Totästen und Fäule auszugehen. Mit Ausnahme der Weide, bei der Fäule die primäre Gefährdungsursache zu sein scheint (40% der Nennungen), überwiegt bei allen anderen dargestellten Baumarten die Gefahr durch Totäste. Die Windwurfgefährdung tritt demgegenüber zurück.

5.3.2 Kritische Baumhöhe

Die Höhe eines Baumes korreliert in aller Regel mit seiner Dimension und damit auch dem Maß der Gefährdung, die von dem Baum ausgeht. In die Gefährdungsbeurteilung fließt auch die spezifische Charakteristik der einzelnen Baumarten ein. Nachfolgend sind die Baumhöhen aufgeführt, ab welcher die Befragten die unterschiedlichen Baumarten hinsichtlich einer Gefährdung der Verkehrssicherheit kontrollieren. Hierbei ist unterstellt, dass sich die Bäume direkt neben einer normal frequentierten Land- oder Kreisstraße befinden.

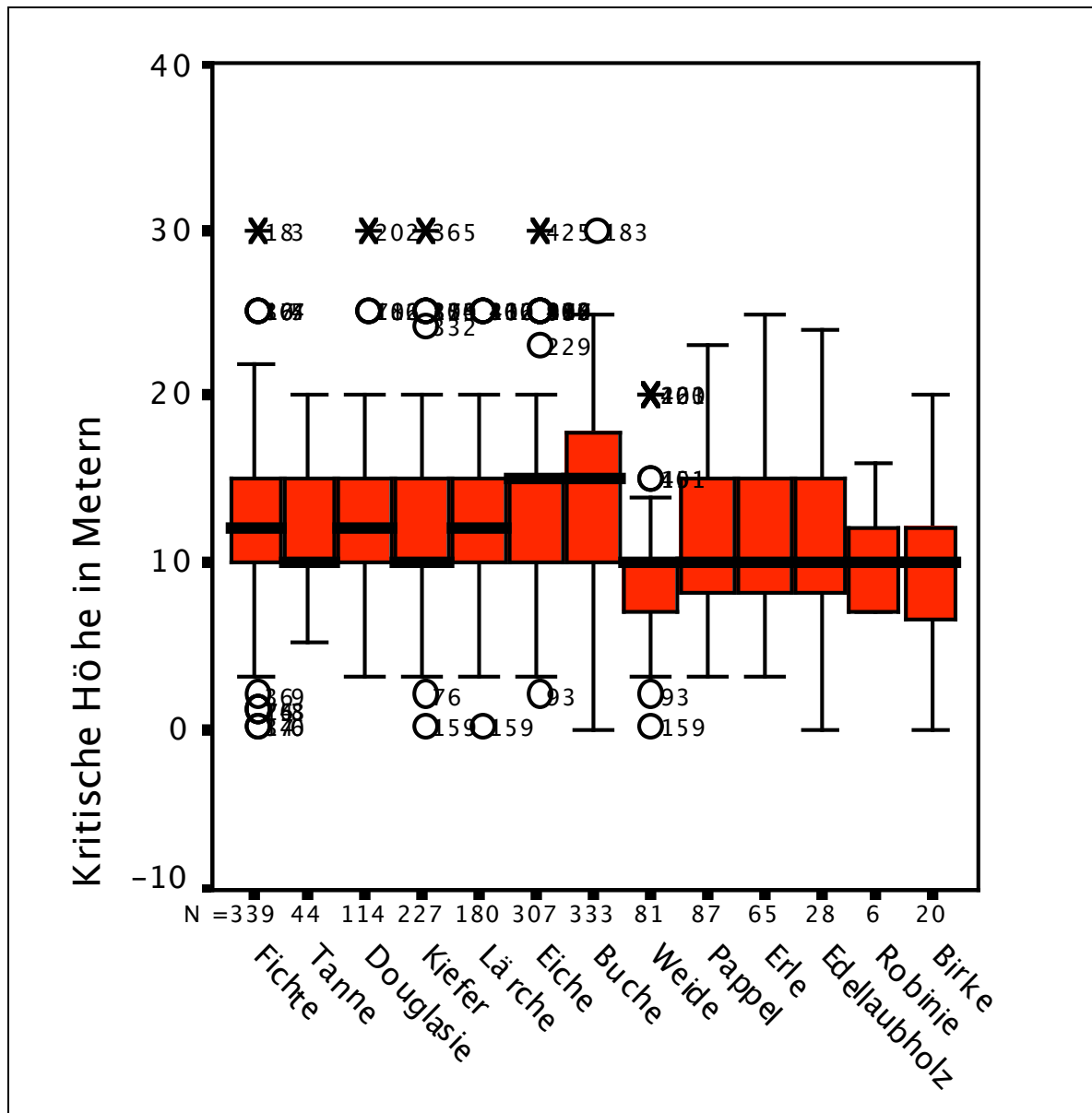


Abb. 7 Kritische Baumhöhen differenziert nach Baumarten

Die Gefährdungshöhen der Nadelhölzer präsentieren sich ausgeglichen. Der Mittelwert liegt einheitlich bei rund 12m Höhe. Auch bei den Laubhölzern liegen Eiche und Buche in der Einschätzung der Befragten mit einem Mittelwert von 13,8 und 13,6m Höhe eng zusammen. Während die kritische Höhe von Pappel, Erle und den Edellaubhölzern zwischen 11-12m angesiedelt ist, weisen die Baumarten Weide (8,8m) und Birke (10,1m) eine deutlich geringe Gefährdungshöhe auf.

Für nähere Informationen sind die kritischen Baumhöhen nachfolgend tabellarisch dargestellt:

Baumart	Anzahl N	Minimum	Maximum	Median	∅	σ
Fichte	339	0	30	12	12,4	4,79
Tanne	44	5	20	10	11,82	3,84
Douglasie	114	3	30	12	12,87	5,01
Kiefer	227	0	30	10	12,26	4,91
Lärche	180	0	25	12	12,81	4,88
Eiche	307	2	30	15	13,81	5,06
Buche	333	0	30	15	13,61	5,15
Weide	81	0	20	10	8,83	3,51
Pappel	87	3	23	10	11,41	4,55
Erle	65	3	25	10	10,92	4,44
Ulme	4	8	10	9	9,5	1,0
Edellaubholz	24	0	24	10	11,8	6,2
Eibe	1	12	12	12	12,0	-
Roteiche	4	10	20	15	16,3	4,8
Birke	20	0	20	9	10,1	4,7
Robinie	6	7	16	11	10,3	3,4
Hainbuche	2	4	7	5,5	5,5	2,1
Eberesche	1	6	6	6	6,0	-
Kastanie	1	10	10	10	10,0	-

Tab. 7 Kritische Baumhöhen [m] in tabellarischer Form

Für die vier Hauptbaumarten Fichte, Kiefer, Eiche und Buche wurden die Mittelwerte paarweise mittels eines T-Tests verglichen. In nachfolgender Tabelle die unterschiedlichen Signifikanzniveaus abgebildet.

Kritische Höhe	Fichte	Kiefer	Eiche	Buche
Fichte		*	***	***
Kiefer			***	**
Eiche				-
Buche				

Tab. 8 Kritische Baumhöhe: Signifikante Unterschiede zwischen den Hauptbaumarten

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass sich Buche und Eiche hinsichtlich ihrer kritischen Höhe nicht signifikant unterscheiden. Dies ist wohl auf den ähnlichen Habitus der Baumarten zurückzuführen. Trotz des geringen Mittelwertunterschiedes von gerade einmal 20cm zwischen Fichte und Kiefer ist bei diesen Baumarten ein noch schwachsignifikanter Unterschied festzustellen. Demgegenüber unterscheiden sich aber die Nadelbäume Fichte und Kiefer statistisch signifikant von den Laubbäumen Buche und Eiche.

5.3.3 Kontrollaufwand

5.3.3.1 Kontrollaufwand nach Baumarten und Straßenklassen

Baumarten unterscheiden sich in Bezug auf Verkehrssicherung nicht nur nach kritischer Höhe, sondern auch nach zeitlichem Kontrollaufwand. Abbildung 8 gibt einen Überblick über den Zeitaufwand, den die Befragten je Kilometer Straße (einseitig) aufgewendet haben. Die Abbildung zeigt die Ergebnisse für die vier Hauptbaumarten Fichte, Kiefer, Eiche und Buche. Forststraße ist ein Synonym für Forstwirtschaftsweg, Landstraße ein Synonym für Staatsstraße.

Der Kontrollaufwand stellt sich über alle vier Baumarten hinweg sehr einheitlich dar. Es lassen sich zwei Kategorien mit unterschiedlich hohem Zeitaufwand unterscheiden: Alle öffentlichen Straßen verursachen einen vergleichbar hohen Kontrollaufwand, der sich nicht signifikant voneinander unterscheidet. Anhand der vorliegenden Ergebnisse bedürfen Bahnstrecken eines ähnlich hohen zeitlichen Aufwands wie öffentliche Straßen, ebenfalls ohne signifikante Unterschiede. Sie lassen sich demnach mit den öffentlichen Straßen zu einer Kategorie mit einem höheren Kontrollaufwand zusammenfassen. Demgegenüber unterscheidet sich der Aufwand an Forststraßen schwachsignifikant zu dem Kontrollaufwand an Autobahnen, hochsignifikant gegenüber den Bundes- und Landstraßen und schwachsignifikant gegenüber den Kreis- und Gemeindestraßen. Forststraßen und sonstige Straßen, bei denen es sich vielfach um Rad- und Wanderwege handelt (vgl. Kap. 5.2), aber auch Wasserstraßen weisen untereinander keine signifikanten Unterschiede auf. Sie bilden eine zweite Kategorie mit einem deutlich geringeren Zeitaufwand. In Tab. 9 sind die wichtigsten Kennwerte für die Hauptbaumarten (Eiche, Buche, Fichte und Kiefer) aufgeführt. Im Anhang sind die Kennwerte des Kontrollaufwands für die restlichen Baumarten dargestellt (Kap. 10.1.2). Die bundeslandspezifischen Kennwerte zum Kontrollaufwand sind im Kap. 10.1.4 zusammengefasst.

	Zeitaufwand je km	Öffentliche Straßen	BAB	Bundes-& Landstraße	Kreis-& Gemeindestraße	Bahn	Forststraße	Wasserstraße	sonstige Straßen
Fichte	Ø [h]	1,32	1,40	1,37	1,26	1,17	0,91	-	0,88
	Anzahl N	319	17	145	157	31	121	-	32
	σ [h]	1,42	1,61	1,62	1,19	0,90	1,75	-	1,02
	Median [h]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	-	0,50
	Stdfehler [h]	0,08	0,39	0,13	0,10	0,16	0,16	-	0,18
Kiefer	Ø [h]	0,88	0,73	1,01	0,77	1,35	0,62	1,34	0,55
	Anzahl N	173	15	80	78	30	57	4	22
	σ [h]	0,96	0,42	1,17	0,78	3,05	0,68	1,82	0,55
	Median [h]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60	0,30
	Stdfehler [h]	0,07	0,11	0,13	0,09	0,56	0,09	0,91	0,12
Eiche	Ø [h]	1,37	1,52	1,36	1,35	1,53	0,80	1,75	1,26
	Anzahl N	154	13	69	72	24	59	2	25
	σ [h]	1,35	1,50	1,42	1,28	1,56	0,87	1,77	1,87
	Median [h]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,75	0,50
	Stdfehler [h]	0,11	0,41	0,17	0,15	0,32	0,11	1,25	0,37
Buche	Ø [h]	1,42	1,17	1,48	1,39	1,27	0,90	1,22	1,07
	Anzahl N	303	22	141	140	41	119	3	41
	σ [h]	1,71	1,02	1,99	1,47	0,97	1,62	1,55	1,36
	Median [h]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,70
	Stdfehler [h]	0,10	0,22	0,17	0,12	0,15	0,15	0,90	0,21
Alle BA	Ø [h]	1,32	1,20	1,37	1,28	1,33	0,95	1,27	1,05
	Anzahl N	1019	71	468	480	136	388	11	129
	σ [h]	1,53	1,21	1,75	1,32	1,73	4,79	1,38	1,45
	Median [h]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50
	Stdfehler [h]	0,05	0,14	0,08	0,06	0,15	0,08	0,42	0,13

Tab. 9 Kennwerte für den Kontrollaufwand [h/km und Kontrolle]

Über alle Baumarten hinweg ergeben sich für die Kontrolle an öffentlichen Straßen zwischen 1,20 und 1,37 Stunden je km, durchschnittlich 1,32 Stunden je km. Beim Mittelwertvergleich der einzelnen Baumarten verursacht die Kiefer einen auffallend geringeren zeitlichen Kontrollaufwand als Buche, Eiche und Fichte. Die Ergebnisse können mit dem phänotypischen Erscheinungsbild erklärt werden: Die Baumart Kiefer ist eine Pionierbaumart und von meist eher geringer Höhe. Die Krone ist in aller Regel aufgrund der schüttereren Benadelung leicht einsehbar. Weiterhin ist sie stabil und steht in lichten Beständen. Eine Kontrolle ist demnach eher unproblematisch. Im Gegensatz dazu können Fichte, Buche und Eiche ein größeres Höhenwachstum aufweisen, was in Verbindung mit einer - besonders im Fall der Buche - dichten Belaubung für einen höheren Kontrollaufwand spricht. Allen Baumarten gemein sind die teilweise großen Schwankungen in den angegebenen Kontrollzeiten, was in den hohen Standardabweichungen zum Ausdruck kommt. Betrachtet man den Median, so ergibt sich ein sehr einheitliches Bild: Bei Buche, Eiche und Fichte liegt der angegebene Kontrollaufwand an öffentlichen Straßen und der Bahn (Kategorie 1) bei einer Stunde je km, bei der Kiefer bei 0,5 Stunden. An Forststraßen liegt der Median bei allen Baumarten einheitlich bei 0,5 Stunden. Bei den sonstigen Straßen ergibt sich über alle Baumarten hinweg ebenfalls ein Median von 0,5, wobei es innerhalb der Baumarten zu Schwankungen kommt. Zusammengefasst liegt der Median der Kategorie 1 (alle öffentlichen Straßen und die Bahn) bei einer Stunde, der Kategorie 2 (Forststraßen, Wasserstraßen und sonstige Straßen) bei einer halben Stunde.

5.3.3.2 Kontrollaufwand und Topographie

Neben der Differenzierung nach Baumarten interessiert die Frage, inwieweit die Topographie den Kontrollaufwand beeinflusst. Die Vermutung liegt nahe, dass ein stark kuptiertes Gelände den Zeitaufwand für Kontrolltätigkeiten erhöht, da die Kontrolle für den Ausführenden beschwerlicher wird und man annehmen kann, dass unter Umständen der Gefahrenbereich und damit die notwendige Kontrolltiefe des Bestandes an Steilhängen zunimmt. Die Untersuchung verwendet zur topographischen Differenzierung die Kategorien Mittelgebirge und Flachland. Hochgebirgsreviere finden sich nicht im Erhebungskollektiv. In Tabelle 10 sind die arithmetischen Mittelwerte der Straßenklassen differenziert nach der

topographischen Lage der untersuchten Reviere dargestellt.

	N	Ø [h]	σ [h]	Standardfehler [h]	Signifikanz
Öffentliche Straßen					
Mittelgebirge	576	1,41	1,56	0,06	,025
Flachland	433	1,20	1,49	0,07	
Bahnstrecken					
Mittelgebirge	192	1,28	1,17	0,08	,490
Flachland	210	1,40	2,12	0,15	
Forststraßen					
Mittelgebirge	684	1,08	2,17	0,08	,005
Flachland	474	0,78	0,82	0,04	
Sonstige Straßen					
Mittelgebirge	225	1,11	1,49	0,10	,351
Flachland	156	0,97	1,41	0,11	

Tab. 10 Einfluss der Topographie auf die Kontrollzeit [h/km (einseitig)]

In Mittelgebirgslagen sind bei der vorgenommenen Stichprobe im Vergleich zum Flachland leicht erhöhte Kontrollzeiten je km zu verzeichnen. Dies gilt sowohl für öffentliche Straßen und Bahnstrecken als auch für Forststraßen und sonstige Straßen. Durchgeführte T-Tests (vgl. Kap. 2.3.1) zeigen, dass die festgestellten Differenzen der Mittelwerte im Fall von Forststraßen signifikant und im Fall von öffentlichen Straßen schwachsignifikant sind. Für die Grundgesamtheit der Reviere lassen sich also in Abhängigkeit von der topographischen Lage Unterschiede beim Kontrollaufwand erwarten. Diese Aussage gilt nur für den Flachland- und Mittelgebirgsbereich.

5.3.3.3 Kontrollaufwand und Erholungsdruck

Neben Baumarten und Topographie nennt das Schrifttum als wesentlichen Parameter für den Umfang erforderlicher Kontrollen die Verkehrsintensität (vgl. Kap. 3.4). Die vorliegende Untersuchung verwendet als Maß für die zu erwartende Intensität des Verkehrs den Quotienten aus der Einwohnerzahl der nächstliegenden Stadt und deren quadrierter Entfernung zum Untersuchungsrevier. Dabei wird

unterstellt, dass die Besuchsfrequenz in Revieren mit zunehmender Nähe zu Städten überproportional stark zunimmt.

$$\text{Erholungsdruck} = \frac{\text{Einwohnerzahl der nächsten Stadt}}{\text{Entfernung zum Revier}^2}$$

Im nachfolgenden Streudiagramm ist auf der Abszisse die quadrierte Entfernung zum Untersuchungsrevier und auf der Ordinate die Einwohnerzahl der nächsten Stadt aufgetragen. Für einen ersten Überblick sind zwei separate Streudiagramme für öffentliche Straßen und Forststraßen abgebildet.

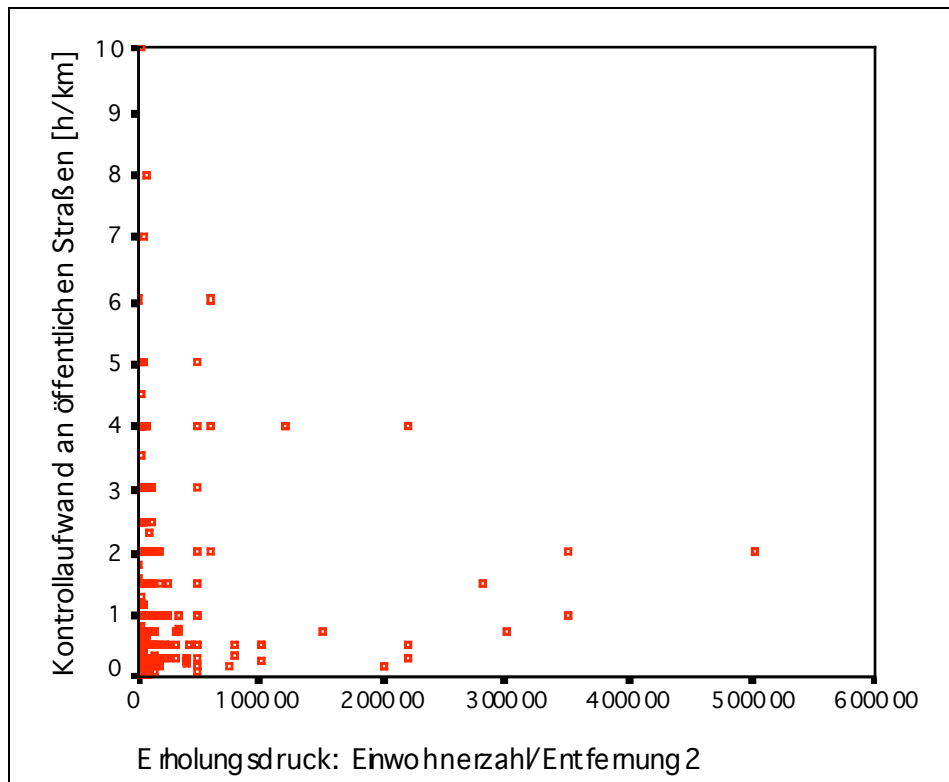


Abb. 9 Kontrollaufwand und Erholungsdruck an öffentlichen Straßen

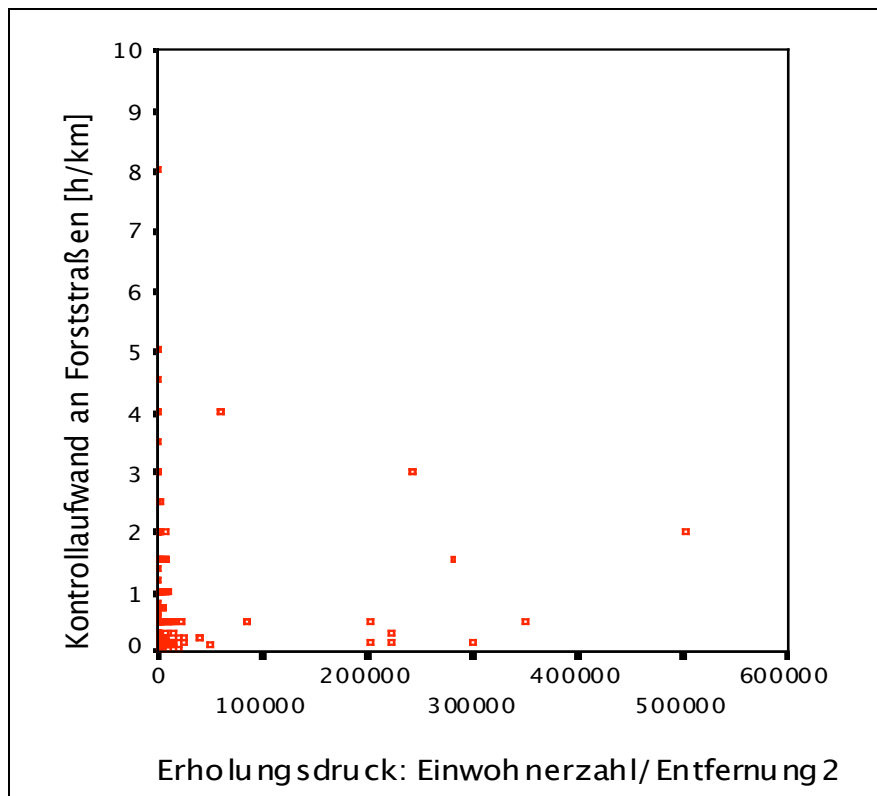


Abb. 10 Kontrollaufwand und Erholungsdruck an Forststraßen

Aus den beiden Streudiagrammen lassen sich keine eindeutigen Korrelationen erkennen. Um diese erste okulare Einschätzung abzusichern, werden die Daten im Hinblick auf einen mögliche Korrelation statistisch überprüft. Als Maß für einen möglichen Zusammenhang von Kontrollaufwand und Verkehrsintensität wird der Pearson'sche Korrelationskoeffizient berechnet (vgl. Kap. 2.6.2).

Straßenklasse	N	Pearson'scher Korrelationskoeffizient	
		Einw.-Zahl / Entfernung	Einw.-Zahl / Entfernung ²
Bundesautobahnen	63	0,081	0,077
Bundes- & Landstraßen	422	-0,013	0,005
Kreis- & Gemeindestraßen	435	-0,015	0,006
Bahn	122	-0,014	0,022
Forststraßen	348	-0,014	0,003
Sonstige Straßen	108	-0,050	-0,048
Wasserstraßen	10	-0,018	0,238

Tab. 11 Korrelation von Kontrollaufwand und Verkehrsintensität

Die Berechnung des Erholungsdruckkoeffizienten wurde sowohl mit einfachen wie quadrierten Entfernungen durchgeführt. Die unterschiedliche Berechnung führt im Ergebnis aber zu keinen nennenswerten Unterschieden. Über alle Straßenklassen hinweg lässt sich allenfalls eine sehr schwache Korrelation von Verkehrsintensität und Kontrollaufwand feststellen. Dies verwundert bei den öffentlichen Straßen nicht, da ja bereits die Einteilung in Straßenklassen Rückschlüsse auf die zu erwartende Verkehrsintensität zulässt und diese in einem gewissen Grad unabhängig von der jeweiligen Besiedlungsdichte zu sehen ist. So wird beispielsweise eine Bundesstraße auch in weniger dicht besiedeltem Gebiet eine bestimmte Grundintensität an überörtlichem Verkehr aufweisen, die Kontrollen in bestimmtem Umfang erforderlich machen dürfte. Bei Forststraßen und sonstigen Straßen (größtenteils Wander- und Radwege, vgl. Kap. 5.2) wurde hingegen ein höherer Kontrollaufwand im städtischen Naherholungsbereich im Vergleich zu ländlichen Gebieten erwartet. In der Praxis ist jedoch kein unterschiedlich hoher Kontrollaufwand in Abhängigkeit von der Verkehrsintensität festzustellen.

5.3.3.4 Kontrollaufwand nach Bundesländern

Es erscheint soweit plausibel, den Kontrollaufwand als eine Funktion aus Baumart, Topographie oder Siedlungsdichte zu beschreiben. Inwieweit sich darüber hinaus Unterschiede aus einer politischen Zugehörigkeit je nach Bundesland ergeben, soll nachfolgend näher beleuchtet werden.

Der Kontrollaufwand stellt sich in Abhängigkeit von der Zuordnung der Untersuchungsreviere nach Bundesländern erstaunlich differenziert dar. Nachfolgende Tabelle zeigt die mittleren Kontrollzeiten je km. Analog zu den vorangegangenen Untersuchungskategorien differenziert die Untersuchung nach öffentlichen Straßen und Bahnstrecken, nach Forststraßen und nach sonstigen Straßen.

Stunden je km	Öffentliche Straßen und Bahnstrecken		Forststraßen		sonstige Straßen	
	N	Ø [h/km]	N	Ø [h/km]	N	Ø [h/km]
Bundesland						
Baden-Württemberg	32	1,51	7	1,12	4	2,00
Bayern	42	1,43	11	0,77	1	8,00
Brandenburg	82	0,83	26	0,75	6	0,83
Hessen	172	1,14	65	0,85	21	1,48
Mecklenburg-Vorpommern	85	1,08	18	0,50	13	0,55
Niedersachsen	135	1,10	51	0,61	14	0,77
Nordrhein-Westfalen	213	1,19	85	0,86	35	0,88
Rheinland-Pfalz	113	1,69	30	0,80	9	0,88
Saarland	23	1,20	8	0,88	4	0,39
Sachsen	87	1,87	26	1,61	8	1,81
Sachsen-Anhalt	67	1,70	31	0,87	2	0,40
Schleswig-Holstein	25	1,40	10	0,88	6	0,47
Thüringen	79	1,58	20	2,84	6	1,17
Total	1155	1,31	388	0,95	129	1,05

Tab. 12 Kontrollaufwand nach Bundesländern und Straßenkategorien

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist immer der zugrunde liegende Stichprobenumfang N zu berücksichtigen. Betrachtet man den Kontrollaufwand für die öffentlichen Straßen und Bahnstrecken, so fällt auf, dass die beiden nordöstlichen Bundesländer Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern im Schnitt vergleichsweise geringe Kontrollzeiten aufweisen (0,83 bzw. 1,08). Der bekanntermaßen hohe Anteil der Baumart Kiefer in der Ausgangsbestockung der beiden Bundesländer bietet sich als Erklärung für die geringen Werte an: Die Kiefer erfordert einen vergleichsweise geringen Kontrollaufwand (vgl. Kapitel 5.3.3). Im Mittelfeld liegen mit 1,08 bis 1,43 Stunden Kontrollaufwand je km in aufsteigender Reihenfolge die Länder Niedersachsen, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Saarland, Schleswig-Holstein und Bayern. Einen vergleichsweise hohen Kontrollaufwand findet man mit 1,51-1,87 Stunden in Baden-Württemberg, Thüringen, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt und in Sachsen. Die Varianzanalyse bestätigt, dass der

Kontrollaufwand je km sich zwischen den Bundesländern teilweise hochsignifikant voneinander unterscheidet (F=3,553; Sig. 0,000). In der nachfolgenden Kreuztabelle werden die Daten der Bundesländer paarweise miteinander verglichen.

	Baden-Württemberg	Bayern	Brandenburg	Hessen	MecklenburgVP	Niedersachsen	NRW	Rheinland-Pfalz	Saarland	Sachsen	Sachsen-Anhalt	Schleswig-Holstein	Thüringen
Baden Württemberg	-	-	**	-	-	-	-	-	**	-	-	-	-
Bayern		-	***	-	-	-	-	-	**	-	-	-	-
Brandenburg			-	*	*	-	***	***	-	***	***	**	***
Hessen				-	-	-	-	-	-	-	**	-	-
MecklenburgVP					-	-	-	-	-	-	-	-	-
Niedersachsen						-	**	**	-	***	***	-	-
NRW							-	-	**	-	**	-	-
Rheinland-Pfalz								-	**	-	-	-	-
Saarland									-	***	*	***	*
Sachsen										-	-	-	*
Sachsen-Anhalt											-	-	*
Schleswig-Holstein												-	-
Thüringen													-

**Tab. 13 Kontrollaufwand an öffentlichen Straßen und Bahnstrecken:
Signifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern**

Auch im Bereich der Forststraßen ergeben sich hinsichtlich des durchgeführten Kontrollaufwands hochsignifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern (F=9,687; Sig. 0,000). Die nächstliegende Vermutung, der Unterschied könne auf eine spezielle Verwaltungsvorschrift zurückgeführt werden, kann nicht bestätigt werden (vgl. Kap. 3). Nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse des paarweisen Vergleichs der Daten mittels eines T-Tests.

	Baden-Württemberg	Bayern	Brandenburg	Hessen	MecklenburgVP	Niedersachsen	NRW	Rheinland-Pfalz	Saarland	Sachsen	Sachsen-Anhalt	Schleswig-Holstein	Thüringen
Baden Württemberg	-	-	-	-	**	-	-	*	-	-	-	-	**
Bayern	-	-	-	-	*	-	-	-	-	**	-	-	***
Brandenburg	-	-	-	-	-	-	*	-	-	***	-	-	***
Hessen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	***
MecklenburgVP	-	-	-	-	-	*	***	-	***	***	***	***	***
Niedersachsen	-	-	-	-	-	-	***	-	*	***	**	*	***
NRW	-	-	-	-	-	-	-	***	-	***	-	-	***
Rheinland-Pfalz	-	-	-	-	-	-	-	-	**	***	**	**	***
Saarland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	-	-	***
Sachsen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	***	**	***
Sachsen-Anhalt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	***
Schleswig-Holstein	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	***
Thüringen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 14 Kontrollaufwand an Forststraßen: Signifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern

Wie die Unterschiede im Detail zu begründen sind, kann nicht abschließend geklärt werden. Möglicherweise kann man von unterschiedlichen Kontrollkulturen ausgehen, geprägt von Unterschiedlichkeiten hinsichtlich der Zurechnung personeller Kapazitäten oder im Dokumentationsverhalten.

In Kapitel 4 wurden die Verwaltungsvorschriften der Bundesländer gegenübergestellt. Hierbei wurde festgestellt, dass die Länder höchst unterschiedlich detaillierte Vorschriften zum Thema Verkehrssicherungspflicht getroffen haben. Es liegt nun nahe, zu überprüfen, inwieweit sich aus dieser unterschiedlichen Aufmerksamkeit, die dem Thema Verkehrssicherung gewidmet wird, signifikante Unterschiede hinsichtlich des Kontrollaufwands ergeben. Zu diesem Zweck wurde zusätzlich nach zwei Gruppen von Bundesländern differenziert (vgl. Kap. 4)

Bundesländer mit hoher Regeldichte. Hierzu zählen Baden-Württemberg, Hessen, Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern und Nordrhein-Westfalen.

Bundesländer mit geringer Regeldichte. Hierzu zählen Rheinland-Pfalz, Bayern, Thüringen, Saarland, Sachsen, Brandenburg Schleswig-Holstein, und Niedersachsen.

Es steht zu vermuten, dass in Bundesländern mit einer hohen Regeldichte und damit einer höheren Aufmerksamkeit auf dem Thema Verkehrssicherungspflicht ein höherer Kontrollaufwand zu verzeichnen ist als in Bundesländern mit einer geringeren Regeldichte. Um diese Hypothese zu testen, wurden T-Tests durchgeführt. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle wiedergegeben.

	N	Ø (h/km)	Signifikanzniveau
Öffentliche Straßen und Bahnstrecken			
Hohe Regeldichte	569	1,24	0,07
Geringe Regeldichte	586	1,40	
Forststraßen			
Hohe Regeldichte	206	0,84	0,80
Geringe Regeldichte	182	1,1	

Tab. 15 Unterschiede beim mittleren Kontrollaufwand in Abhängigkeit von der Regeldichte einschlägiger Verwaltungsvorschriften

Erstaunlicherweise sind die Mittelwerte des Kontrollaufwands in Bundesländern mit geringer Regeldichte höher als in Bundesländern mit hoher Regeldichte. Allerdings sind die dargestellten Unterschiede nicht signifikant. Die Hypothese, unterschiedliche Regeldichte führt zu unterschiedlich hohem Kontrollaufwand, muss daher verworfen werden.

5.3.4 Kontrollfrequenz

An hoch frequentierten Strecken ist im Regelfall eine einmalige Kontrolle pro Jahr nicht ausreichend. Die Länder haben hierzu häufig detaillierte Verwaltungsvorschriften erlassen, die meist eine zweimalige Regelkontrolle pro Jahr vorsehen (vgl. Kap. 3). Nach Stürmen und außergewöhnlichen sonstigen Witterungsereignissen ist zusätzlich zu kontrollieren. Abbildung 11 und 12 sowie Tabelle 16 zeigen die Ergebnisse zur Frage, wie oft Straßen unterschiedlicher Klassen im Jahr hinsichtlich ihrer Verkehrssicherheit kontrolliert werden.

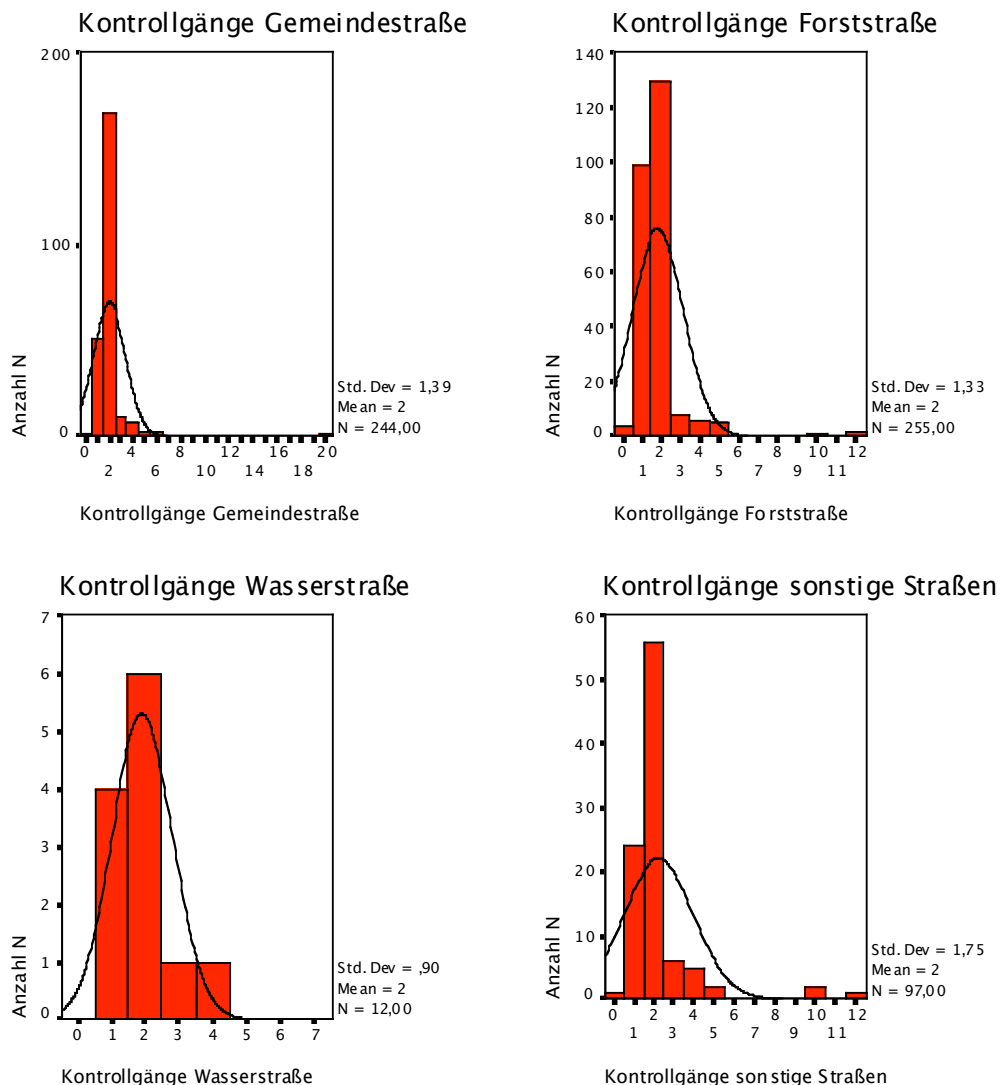


Abb. 11 Kontrollfrequenz an Forst-, Wasser und sonstigen Straßen

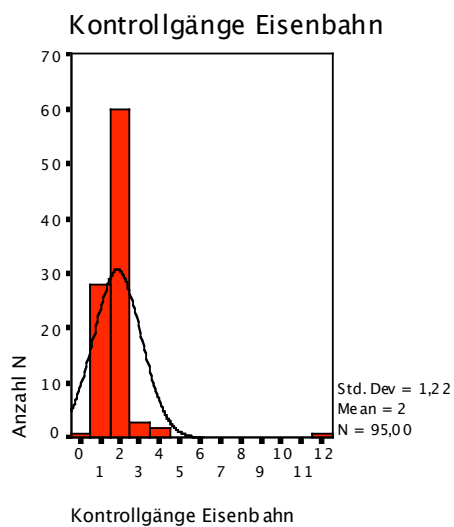
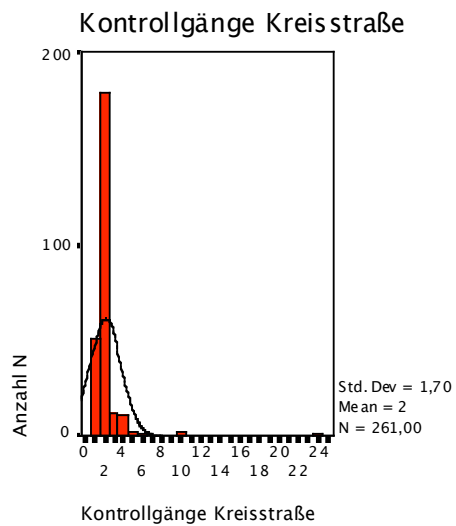
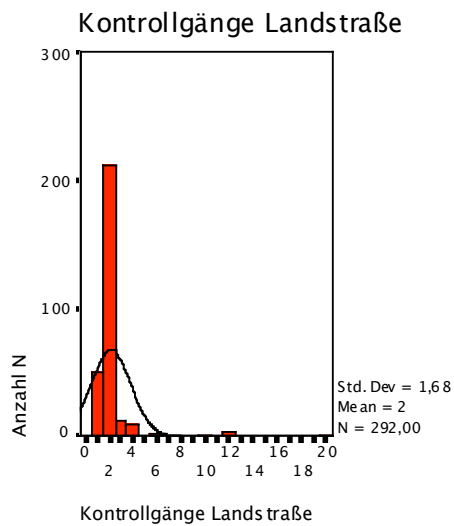
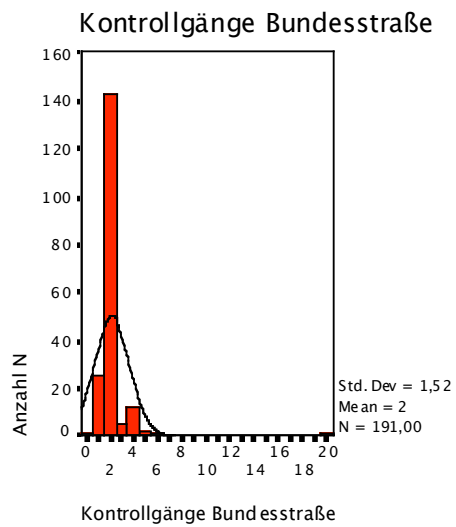
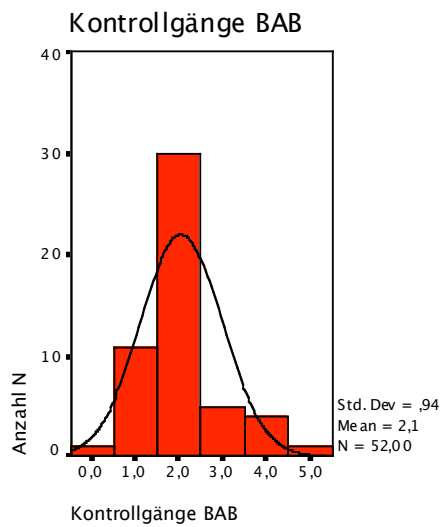


Abb. 12 Kontrollfrequenz an öffentlichen Straßen und Bahnstrecken

Die Ergebnisse aus den vorangegangenen Abbildungen sind anschließend in tabellarischer Form zusammengefasst dargestellt.

Kontrollen pro Jahr	N	Minimum	Maximum	Ø	σ
Bundesautobahnen	52	0	5	2,06	0,94
Bundesstraße	191	0	20	2,15	1,52
Landstraße	292	1	20	2,15	1,68
Kreisstraße	261	1	24	2,11	1,70
Gemeindestraße	244	0	20	2,01	1,39
Forststraße	255	0	12	1,82	1,33
Wasserstraße	12	1	4	1,92	0,90
Eisenbahn	95	0	12	1,87	1,22
Sonst. Straßen	97	0	12	2,23	1,75

Tab. 16 Kontrollfrequenz an Straßen im Wald

In aller Regel werden Waldbestände an Straßen zweimal pro Jahr kontrolliert. Forst- und Wasserstraßen sowie Bahnstrecken scheinen etwas weniger oft, Rad- und Wanderwege (sonst. Straßen) sogar noch etwas häufiger kontrolliert zu werden. Diese Vorgehensweise entspricht weitgehend der Forderung von Literatur und Rechtsprechung.

Ein geringer Prozentanteil (3,2%) der Befragten gibt an, mehr als 50 Kontrollgänge pro Jahr durchzuführen. Angaben von mehr als 50 Kontrollgängen pro Jahr oder Begriffe wie "laufend", "öfter" oder "ständig", lassen vermuten, dass in diesen Fällen außergewöhnliche Umstände oder ein sehr hohes Maß an Verantwortungsbewusstsein zu derart intensiven Kontrollen geführt haben. Im Vergleich der Straßenklassen fiel der im Vergleich zu öffentlichen Straßen fast doppelt so hohe Anteil von Nennungen wie "ständig" oder "laufend" bei Forststraßen auf. Als Erklärung mag der Umstand gelten, dass viele Revierbeamte die Kontrolle der Forststraßen im Zuge der normalen Betriebsaufgaben als eine Art Koppelprodukt durchführen. Diese Angaben blieben deshalb bei der Auswertung unberücksichtigt.

Um abzuklären, ob die dargestellten Unterschiede signifikant sind, wurde eine

Varianzanalyse durchgeführt. Im Ergebnis ist kein signifikanter Einfluss der Straßenklasse auf die Kontrollfrequenz festzustellen ($F=1,451$; Sig. 0,170). In den Revieren wird bei der Kontrollfrequenz demnach kein Unterschied zwischen geringer und höher frequentierten Straßen gemacht. Dies zeugt von einem ausgeprägten Verantwortungs- oder auch Risikobewusstsein.

Die bundeslandspezifischen Kennzahlen zur Kontrollfrequenz finden sich im Anhang (Kap. 10.1.5).

5.3.5 Zeitpunkt der Kontrolle

Das jahreszeitlich wechselnde Erscheinungsbild unserer heimischen Waldbäume, besonders das der Laubbäume, bringt bei der visuellen Beurteilung je nach Ausgangslage Vor- und Nachteile mit sich. So ermöglicht der winterkahle Zustand der Laubbäume zwar eine Betrachtung höher gelegener Kronenbereiche, die im Sommer von den darunter liegenden Laubschichten verdeckt werden. Zweifellos ist aber ein Erkennen von abgestorbenen Partien im Winter ohne den Indikator Laub ungleich schwieriger. Diese jeweiligen Vor- und Nachteile haben in Literatur und Rechtsprechung zu der Forderung geführt, die Kontrolle sowohl im belaubten als auch unbelaubten Zustand durchzuführen (BRELOER 2002, GEBHARD 1995).

Es ist deswegen zu erwarten, dass die überwiegende Mehrzahl der Befragten klare jahreszeitliche Präferenzen für die Kontrollen nennen. Bei 63% der Befragten entsprechen die Antworten den Erwartungen: Sie nennen Frühjahr/Herbst bzw. Sommer/Winter als zeitliche Schwerpunkte für Kontrollen. Demgegenüber beschränken 13% der Befragten die Kontrolltätigkeit auf Einzelmonate, 23% geben an, keine jahreszeitlichen Präferenzen bei der Kontrolle zu kennen, was insbesondere in Nadelwaldrevieren plausibel erscheint. Bei der Nennung von Einzelmonaten rangiert der April deutlich vor den anderen Monaten. Dies kann mit dem forstlichen Betriebsablauf zusammenhängen (Ende der Pflanzsaison und Einschlagsreduktion im Frühjahr), die den Befragten zeitliche Freiräume nach den arbeitsintensiven Wintermonaten verschaffen.

Die Forderung aus Literatur und Rechtsprechung nach einer jahreszeitlich gestaffelten Kontrolle findet offenbar ihren Niederschlag in der Praxis der Verkehrssicherungskontrollen. In Abbildung 13 sind die Ergebnisse zusammengefasst.

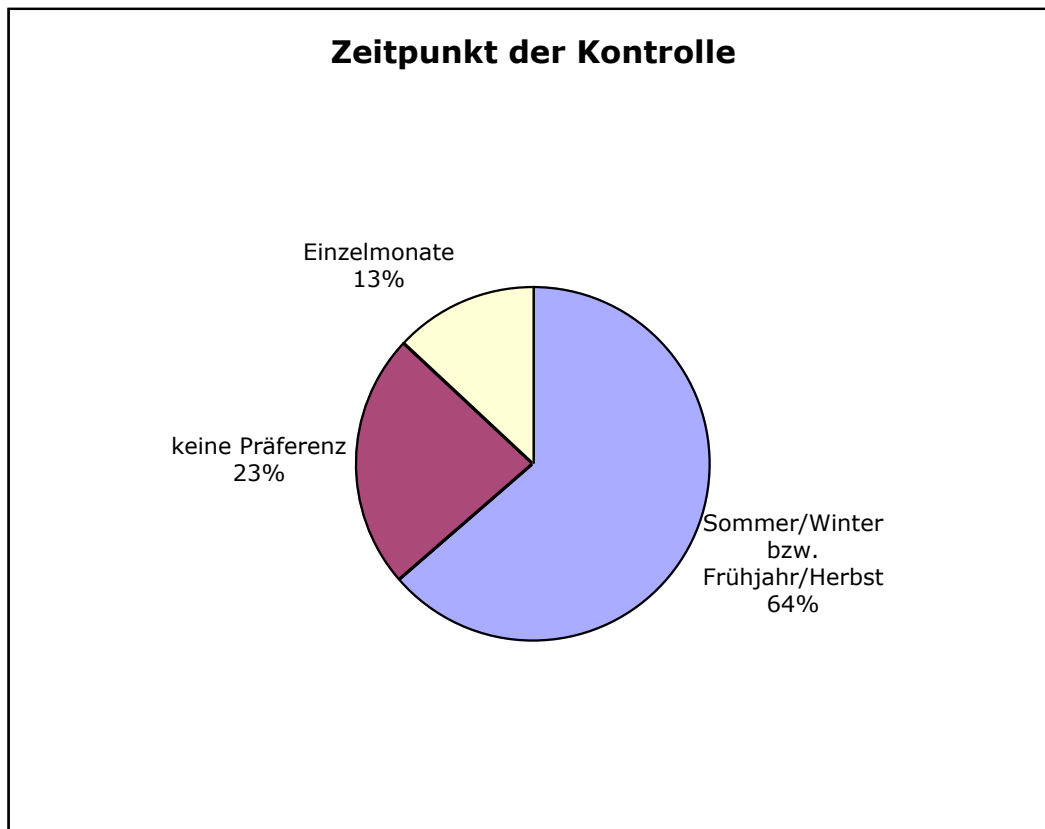


Abb. 13 Jahreszeitliche Verteilung der Verkehrssicherungskontrollen

5.3.6 Kontrollpersonal

Die Lohnkosten (inklusive Lohnnebenkosten) der im Forst tätigen Personengruppen unterscheiden sich in ihrer Höhe beträchtlich. So können für Waldarbeiter in staatlichen Forstverwaltungen rund 30€ je Stunde angesetzt werden. Für einen Revierleiter steigen die Kosten auf ca. 41€ je Stunde und führt ein Forstamts- oder Forstbetriebsleiter die Kontrolle durch, ergeben sich rund 56€ je Stunde (Bayerische Forstgebührenordnung; vgl. LMS vom 04.01.2002, Az. V3 – R 570 – 149).

Für die ökonomische Bewertung von Kontrolltätigkeiten ist es daher erforderlich, den Personenkreis, der die Kontrollen durchführt, näher zu beleuchten. Um mögliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Besitzarten zu erfassen, wird bei der Auswertung nach Besitzarten differenziert.

Die Ergebnisse sind in zwei Schritten dargestellt. Zuerst steht die Frage, welche Personengruppen generell an Kontrollen beteiligt sind. Die zweite Frage ist, welcher Anteil des gesamten Zeitaufwands auf die jeweilige Gruppe entfällt. Dieser Anteil ist

als Mittelwert auf Basis der erfolgten Nennungen in Tabelle 17 dargestellt.

Besitzart		Leitungs- dienst	Revierleiter	Forstwirte / FWM	Dritte
Staatswald	Anteil der Nennungen	1%	69%	26%	3%
	Anteil am jeweiligen Zeitaufwand	7%	90%	27%	51%
Kommunal- wald	Anteil der Nennungen	0%	75%	14%	12%
	Anteil am jeweiligen Zeitaufwand	0%	96%	18%	87%
Privatwald	Anteil der Nennungen	8%	68%	15%	9%
	Anteil am jeweiligen Zeitaufwand	35%	93%	35%	75%
Mischrevier	Anteil der Nennungen	0%	75%	21%	4%
	Anteil am jeweiligen Zeitaufwand	0%	94%	19%	42%
Total	Anteil der Nennungen	3%	98%	32%	5%
	Anteil am jeweiligen Zeitaufwand	21%	92%	26%	64%

Tab. 17 Übersicht über das Personal, das die Kontrollen durchführt

Mehrfachnennungen führen zu den dargestellten Werten von in Summe über 100%. Pro Revier addieren sich die zeitlichen Anteile der unterschiedlichen Personengruppen am Kontrollaufwand auf jeweils 100%. Die Ergebnisse sind

dahingehend zu verstehen, dass z.B. die Gruppe der Forstwirte / Forstwirtschaftsmeister in 32% aller Reviere mit Kontrolltätigkeiten betraut wird. Deren zeitlicher Anteil an allen Kontrolltätigkeiten liegt in diesen Revieren bei durchschnittlich 26%.

Im Vergleich der Besitzarten fällt besonders im Privatwald auf, dass die Betriebsleitung gegenüber den anderen Besitzarten einen nennenswerten Anteil an der Durchführung der Kontrolle erreicht. Insgesamt wird allerdings auch im Privatwald die Durchführung von Kontrollen vornehmlich von Revierleitern durchgeführt.

In der Gesamtschau wird besonders deutlich, dass die Kontrolle der Verkehrssicherheit vornehmlich Aufgabe des Revierdienstes ist. In nahezu allen Revieren (98%) führen Revierleiter die Kontrollen durch, mit durchschnittlich 92% am Gesamtzeitaufwand für Kontrollen ist die Kontrolltätigkeit demnach eine klare Domäne des Revierdienstes. Forstwirte bzw. Forstwirtschaftsmeister unterstützen den Revierleiter zwar mit nennenswerten Anteilen (in 32% der Reviere mit einem mittleren Zeitanteil von 26%). In der Kategorie "Dritte" (Waldarbeiter als Zeuge, Angehörige des Bauhofs, Straßenwärter oder Anwärter) fällt der vergleichsweise hohe mittlere Zeitanteil von 64% am Gesamtaufwand auf. Dieser hohe Wert kommt zustande, weil diese Gruppe im Gegensatz zu Forstwirt und Forstamtsleiter die Kontrollen meist gemeinsam mit dem Revierleiter durchführt. Dritte kommen lediglich in fünf Prozent der Reviere zum Einsatz. Ähnliches gilt für die Gruppe des Leitungsdienstes (z.B. Forstamtsleiter), die in gerade einmal 3% der untersuchten Reviere an den Kontrolltätigkeiten beteiligt ist. Im Ergebnis können die beiden letztgenannten Personengruppen daher bei der ökonomischen Bewertung vernachlässigt werden.

5.3.7 Dokumentation

Kontrollen der Verkehrssicherheit werden nicht zuletzt durchgeführt, um im Falle eines Unfalls die Haftung zu vermeiden. Um spätestens im Falle einer gerichtlichen Auseinandersetzung die erfolgte Kontrolle nachweisen zu können, sehen zum Beispiel die Verwaltungsvorschriften der Länder zur Verkehrssicherung häufig eine

Dokumentation der Kontrollen vor (vgl. Kap. 3). Einer korrekten und nachvollziehbaren Dokumentation kommt eine Schlüsselrolle zu. Es kann deshalb erwartet werden, dass die Kontrollen von der überwiegenden Mehrheit der Befragten dokumentiert werden.

Über 90% der Befragten erfüllen diese Erwartung. In über 80% der Nennungen werden zumindest Zeitpunkt und Ort der Kontrolle schriftlich festgehalten. Weitere Angaben wie Art (27%), Kosten (6%) und sonstige Daten zur Kontrolle (16%) folgen mit deutlichem Abstand. Als sonstige Daten (16% der Nennungen) werden festgestellte Mängel und eingeleitete Maßnahmen sowie Art und Dringlichkeit der festgestellten Mängel dokumentiert. Meist steht ein spezielles Formblatt für die Dokumentation zur Verfügung (63% der Nennungen). Weiterhin wird in separaten Kontrollakten (15%), im Fahrtenbuch (8%), gemeinsamen Begehungsprotokollen (5%) oder Betriebsbüchern (4%) dokumentiert. 5% der Befragten geben an, die erfolgten Kontrollen sowohl im Fahrtenbuch als auch in einem speziellen Formblatt festzuhalten.

Damit steht zu vermuten, dass bei den Verantwortlichen eine deutliche Sensibilisierung im Hinblick auf die Verkehrssicherung stattgefunden hat. Die in den Verwaltungsvorschriften der Bundesländer und von der Literatur geforderte Dokumentation der Kontrolle scheint fest im Alltag der Forstbetriebe verankert.

5.3.8 Outsourcing von Kontrolltätigkeiten

Aktivitäten, die nicht zum Kerngeschäft eines Unternehmens gehören, müssen nicht zwangsläufig selbst durchgeführt werden. Solche Aktivitäten können gegebenenfalls auf Drittfirmen übertragen werden (Outsourcing), was die Flexibilität des betroffenen Unternehmens erhöhen kann. Wie in Kapitel 3.1.3.2 dargelegt, sprechen auch haftungsrechtliche Argumente für ein Outsourcing, da durch einen schuldrechtlichen Vertrag das Haftungsrisiko für den Forstbetrieb minimiert werden kann. Insoweit ist die Frage, ob Forstbetriebe Kontrolltätigkeiten auf Drittfirmen verlagern, von großen Interesse. Interessant ist in diesem Zusammenhang zudem die Frage, ob sich Unterschiede nach Besitzart ergeben. So könnte erwartet werden, dass in den personell meist besser ausgestatteten staatlichen Forstverwaltungen die

Verkehrssicherungspflicht eher durch eigene Mitarbeiter durchgeführt wird. Demgegenüber wäre im Privatwald zu erwarten, dass aufgrund des geringen Personalstocks häufiger auf Outsourcing gesetzt wird, um die Flexibilität des Forstpersonals zu erhöhen.

Die Untersuchung zeigt demgegenüber, dass die Kontrollen der Verkehrssicherheit offensichtlich von den Forstbetrieben als originäre Aufgabenbereiche angesehen werden. Eine Verlagerung der Kontrolltätigkeit auf Dritte kommt nur sehr selten vor. Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass mit 97,6% (N=415) eine überwältigende Mehrheit der Fälle die Kontrolle durch betriebsangehöriges Personal erfolgt. Eine kleine Minderheit von nur 2,4% (N=10) der Befragten vergibt Kontrolltätigkeiten dann teilweise (im Staatswald bis zu 30%, im Privatwald übereinstimmend 50%) an externe Unternehmen. Auffallend ist, dass es sich hierbei in acht Fällen um Staatswaldreviere handelt und um lediglich 2 Privatwaldreviere. Bei einer entsprechenden Gewichtung der Besitzarten innerhalb der Stichprobe ergibt sich ein übereinstimmendes Bild: Sowohl staatliche als auch private Forstbetriebe verlagern zu lediglich 3% Kontrolltätigkeiten an externe Firmen. Der Vergleich innerhalb der Bundesländer bringt folgende Ergebnisse: Nordrhein-Westfalen vereinigt vier der zehn Fälle auf sich, gefolgt von Bayern mit zwei Fällen. Hessen, Sachsen, Thüringen und Mecklenburg-Vorpommern weisen jeweils einen Fall auf.

Abschließend bleibt festzustellen, dass die eingangs formulierten Hypothesen verworfen werden müssen. Über alle Besitzarten hinweg spielt das Outsourcing von Kontrolltätigkeiten eine im besten Fall untergeordnete Rolle.

5.3.9 Verwaltungsaufwand der Kontrolle

Kontrollen verursachen neben den tatsächlich anfallenden Arbeitsstunden zusätzlichen Zeitaufwand für Planungen (z.B. Absprache mit Straßenbaubehörde) und Verwaltung (z.B. Zeitaufwand für Dokumentation). Im Vergleich zu dem direkt anfallenden Aufwand für Kontrollen (=monetär bewerteter Zeitaufwand für visuelle Begutachtung, vgl. Kap. 5.3.3) ist wohl zu erwarten, dass sich die Größenordnung des Aufwands für Verwaltung und Planung gering ausnimmt. Zu diesem Zweck wurde zunächst untersucht, welche Personengruppe mit der Verwaltung und

Planung beschäftigt ist.

Verwaltung und Planungen der Kontrolle werden nahezu ausschließlich (in 95% der untersuchten Reviere) vom Revierdienst durchgeführt. Demgegenüber ist in lediglich 11% der Reviere der forstamtliche Leitungsdienst an Planungs- und Verwaltungsaufgaben beteiligt. Waldarbeiter werden nur in 10% der Reviere mit diesen Aufgaben betraut. Wie schon bei der Durchführung von Kontrollen scheint die Planung und Verwaltung der Kontrolltätigkeiten originäre Aufgabe des Revierdienstes zu sein.

Auf dem Weg zur Abschätzung der Bedeutung des Planungs- und Verwaltungsaufwandes stellt sich in einem zweiten Schritt die Frage, wieviele Stunden für Planung und Verwaltung jährlich je Revier anfallen.

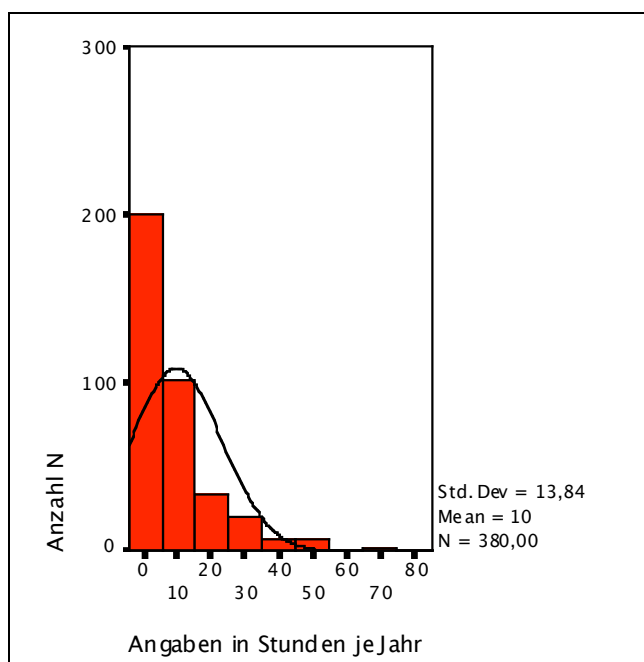


Abb. 14 Planungs- und Verwaltungsaufwand für Kontrolltätigkeiten

Die häufige Nennung des Wertes Null verwundert zunächst. Bei näherer Betrachtung erscheinen diese Angaben aber durchaus plausibel. Es gibt im praktischen Betriebsablauf viele Möglichkeiten, um Behördengänge zu vermeiden (wie etwa der Verzicht auf Straßensperrungen). Insbesondere routinemäßige und schon mehrfach durchgeführte Verkehrssicherungsmaßnahmen erfordern keinen nennenswerten Planungsaufwand (mehr). Extremwerte von mehr als 100 Stunden (N=12) wurden

dagegen im Rahmen einer Plausibilitätskontrolle verworfen. Als mittleren Zeitaufwand ergeben sich 10 Stunden Verwaltungs- und Planungsaufwand je Revier und Jahr. Diese Angabe dient zur Veranschaulichung der Größenordnung des Verwaltungs- und Planungsaufwands.

Die unterschiedliche Dichte des öffentlichen Straßennetzes findet in obiger Abbildung keine Berücksichtigung. Um den Aufwand für Verwaltung und Planungen auf eine aussagekräftige Basis zu beziehen, muss eine einheitliche Bezugsgröße gewählt werden. Die Bezugsgröße "km öffentliche Straße und Bahnstrecken" bietet sich wegen der geringen Größenordnung des Zeitaufwands an. Hierbei wird unterstellt, dass Planungs- und Verwaltungsaufwand ausschließlich bei öffentlichen Straßen und Bahnstrecken von Bedeutung ist. Als Basis für die Berechnung dienen die zu kontrollierenden Straßenlängen (einseitig) der Untersuchungsreviere (vgl. Tab. 7).

Im Jahr fallen durchschnittlich 1,9 Stunden Verwaltungs- und Planungsaufwand ($\sigma = 7,6$, Standardfehler von 0,37) je km öffentliche Straßen und Bahnstrecken an. Hierbei fiel im Rahmen einer Plausibilitätskontrolle auf, dass lediglich 1,7% der untersuchten Reviere mehr als 10 und weniger als 1% der untersuchten Reviere mehr als 50 Stunden Verwaltungs- und Planungsaufwand je km öffentliche Straßen und Bahnstrecken aufweisen. Ein hoher angegebener Zeitaufwand bei einer gleichzeitig sehr geringen Straßendichte führte zu diesen weit überdurchschnittlichen Werten. Werte von mehr als 10 Stunden Planungsaufwand je km öffentliche Straßen und Bahnstrecken (N=8) blieben als nicht plausibel unberücksichtigt. Im Ergebnis ergibt sich der Mittelwert deutlich stabiler mit 1,1 Stunden je km öffentliche Straßen und Bahnstrecken ($\sigma = 1,68$). Tabelle 18 zeigt die Daten im Überblick:

Zeitaufwand für Planung und Verwaltung in Stunden je km öffentlicher Straßen und Bahnstrecken	
Anzahl N	372
Mittelwert \bar{x} [h/km]	1,10
Standardabweichung σ	1,68
Standardfehler	0,83

Tab. 18 Aufwand für Planung und Verwaltung von Kontrolltätigkeiten

Verwaltungs- und Planungsaufwendungen bei Kontrolle der Verkehrssicherung sind wie erwartet von überschaubarer Bedeutung. Mit ihrer Dimension von im Mittel einer Stunde Arbeitszeitaufwand je km öffentliche Straßen und Bahnstrecken und Jahr sind diese Aufwendungen aber zu groß, um sie zu vernachlässigen. In einer Gesamtbetrachtung der Verkehrssicherungspflicht werden deshalb die Aufwendungen für Planung und Verwaltung zu berücksichtigen sein (vgl. Kap 6).

Unterschiedliche Verwaltungsvorschriften der jeweiligen Bundesländer könnten sich auf den jeweils notwendigen Aufwand für Planung und Verwaltung von Kontrollen auswirken. Die nach Bundesländern differenzierten Aufwendungen zeigt nachfolgende Tabelle:

Zeitaufwand je km	N	Ø	σ	Std. Fehler
Baden-Württemberg	16	1,58	2,44	,61
Bayern	22	1,52	2,36	,50
Brandenburg	31	,86	1,24	,22
Hessen	67	,94	1,57	,19
MecklenburgVP	30	1,44	2,17	,40
Niedersachsen	42	,92	1,04	,16
NRW	64	,96	1,69	,21
Rheinland-Pfalz	38	,79	1,68	,27
Saarland	6	,34	,15	,06
Sachsen	32	1,68	1,96	,35
Sachsen-Anhalt	28	1,25	1,59	,30
Schleswig-Holstein	8	1,08	1,23	,44
Thüringen	26	1,25	1,46	,29
Total	410	1,10	1,69	,08

Tab. 19 Zeitaufwand für Planung und Verwaltung nach Bundesländern [h/km]

Mit durchschnittlich ein bis zwei Stunden Zeitaufwand für Planung und Verwaltung ergibt sich über die Bundesländer hinweg ein einheitliches Bild. Auffallend niedrige Werte sind im Saarland zu verzeichnen, während die ostdeutschen Bundesländer

tendenziell einen etwas höheren Aufwand zu verzeichnen scheinen. Eine durchgeführte Varianzanalyse ergibt keine signifikanten Unterschiede ($F=1,060$, Sig. $0,393$).

Ausgehend von obiger Überlegung erscheint es naheliegend, die jeweiligen Besitzarten auf Unterschiede hinsichtlich des Verwaltungs- und Planungsaufwandes zu untersuchen. So könnte vermutet werden, dass insbesondere in staatlichen Revieren höhere Maßstäbe an die Verwaltung und Planung von Kontrollen angelegt werden, was zu höheren Aufwendungen führen sollte. In nachfolgender Tabelle werden deshalb die Ergebnisse nach Besitzarten stratifiziert.

Zeitaufwand je km	N	\bar{x}	σ	Std. Fehler
Staatswald	245	1,23	1,78	,11
Kommunalwald	39	,64	1,05	,17
Privatwald	59	1,22	1,98	,26
Mischrevier	63	,85	1,28	,16
Total	406	1,11	1,69	,08

Tab. 20 Zeitaufwand für Planung und Verwaltung nach Besitzart [h/km]

Die Ergebnisse zeigen, dass im Staats- und im Privatwald nahezu in gleich hohem Maße Planungs- und Verwaltungstätigkeiten anfallen, im Schnitt über 1,2 Stunden je Kilometer. Demgegenüber reduziert sich der Zeitaufwand für Planung und Verwaltung im Kommunalwald auf rund 50% dieser Werte, in Mischrevieren auf rund 70%, was statistisch allerdings nicht signifikant ist ($F=2,008$, Sig. $0,122$). Die eingangs formulierte These, es bestünden Unterschiede zwischen den jeweiligen Besitzarten hinsichtlich des Aufwandes für Planung und Verwaltung von Kontrollen, muss deshalb verworfen werden.

5.4 Forstliche Sicherungsmaßnahmen zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit an Straßen

5.4.1 Definition

Forstliche Verkehrssicherungsmaßnahmen haben zum Ziel, die Verkehrssicherheit an Straßen herzustellen und zu sichern. Im Rahmen der Untersuchung wird bei forstlichen Maßnahmen zwischen akut anfallenden und vorbeugenden Maßnahmen unterschieden. Akutmaßnahmen sind demnach bei unerwartet auftretenden Gefahrensituationen notwendig. Als Beispiel mögen Aufräumarbeiten an Straßen nach Stürmen oder Schneebruch dienen. Vorbeugende Maßnahmen fallen demgegenüber vorwiegend im Rahmen routinemäßiger Sicherstellung der Verkehrssicherheit an (z.B. Totastbeseitigung an Bäumen, deren abgestorbene Äste eine Gefahr für den Verkehr darstellen oder die Fällung von den Verkehr gefährdenden Bäumen).

5.4.2 Akutmaßnahmen

In einem ersten Schritt werden die verschiedenen Formen und Ausprägungen von Akutmaßnahmen dargestellt, in einem zweiten Schritt wird auf deren ökonomische Bedeutung näher eingegangen. Die nachfolgenden Unterkapitel beschäftigen sich mit der Frage, von welchen Einflussgrößen der Aufwand für Akutmaßnahmen bestimmt ist.

5.4.2.1 Ausprägungsformen von Akutmaßnahmen

Akutmaßnahmen waren im Untersuchungszeitraum in 86% der untersuchten Reviere erforderlich. Hierbei handelte es sich vorwiegend um Aufwendungen für Sturmwurfräumung (77% der Reviere) sowie für das Beseitigen gefährlicher Bäume (81% der Reviere) und herab gefallener Äste (65% der Reviere). Der Anteil der Reviere, die Maßnahmen zur Beseitigung von Steinschlag ergreifen, ist erstaunlich hoch (11% der Reviere). Zumal hierbei zu berücksichtigen ist, dass ausschließlich Flachland- und Mittelgebirgsreviere an der Untersuchung teilgenommen haben. 9% der Reviere führten sonstige Maßnahmen durch, bei denen es sich überwiegend um Räumung nach Schneebruch- und Schneedruckereignissen (65%) handelte. Daneben spielen Räumung nach Erdbeben, Eisanhang oder Starkregen eine untergeordnete Rolle. Im kuriosen Einzelfall bindet in großstadtnahen Revieren

zudem die Entfernung mutwillig errichteter Sperren aus Nutzholz Arbeitskräfte.

In einer ökonomischen Betrachtung stellt sich natürlich die Frage, ob und in welchem Umfang Akutmaßnahmen einen kapazitätsrelevanten Aufwand darstellen. Vor dem Hintergrund immer häufigerer Witterungsextreme und der engen Verzahnung von Wald mit einem vergleichsweise dichten öffentlichen Straßennetz (vgl. Kap. 7) erscheinen nennenswerte Aufwendungen für Akutmaßnahmen wahrscheinlich. Um die praktische Bedeutung der einzelnen Maßnahmen darzustellen, sind nach der Betrachtung der Anteile der einzelnen Maßnahmen am Gesamtzeitaufwand die Absolutwerte in nachfolgender Abbildung 14 dargestellt. Als pragmatische Bezugsgröße bietet sich der Aufwand in Stunden je km öffentlicher Straße an. Hierbei ist die Annahme unterstellt, dass der Aufwand für Akutmaßnahmen sich grundsätzlich proportional zur Straßenlänge verhält. Die in den Revieren angefallenen jährlichen Arbeitsstunden für Akutmaßnahmen werden deshalb in Bezug zur vorhandenen Straßenlänge gesetzt. Dadurch ist es möglich, den Zeitaufwand für Akutmaßnahmen in Stunden je Längeneinheit öffentlicher Straße darzustellen.

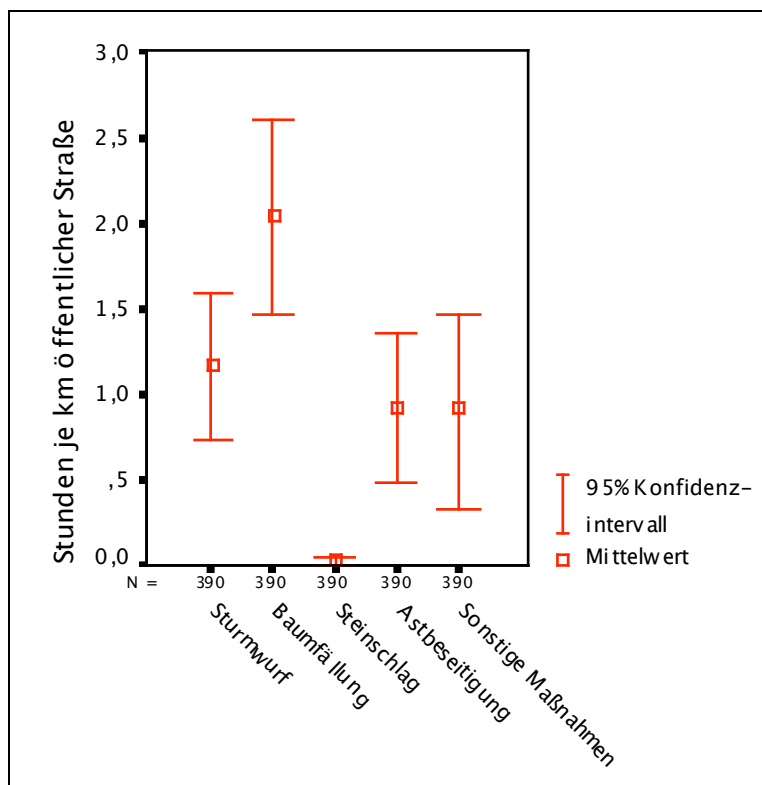


Abb. 15 Zeitaufwand für bestimmte Akutmaßnahmen [h/km]

Abgebildet ist das arithmetische Mittel und das 95% Konfidenzintervall. Dieses Intervall stellt denjenigen Bereich dar, in dem mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% der Mittelwert der Grundgesamtheit liegt. Diese Art der Darstellung ermöglicht eine vorläufige optische Einwertung, ob sich signifikante Unterschiede ergeben. Wenn sich die Konfidenzintervalle zweier Gruppen nicht überlappen, so ist ein signifikanter Unterschied wahrscheinlich. Statistische Gewissheit über mögliche Signifikanzen kann aber nur über separat durchgeführte statistische Verfahren (wie z.B. T-Test oder Varianzanalyse) erreicht werden (vgl. Kap. 2.6).

5.4.2.2 Einflussgrößen auf den Umfang von Akutmaßnahmen

In den folgenden Betrachtungen steht im Vordergrund, denjenigen Zeitaufwand für Akutmaßnahmen abzubilden, der für die Gesamtheit aller angefallenen Einzelmaßnahmen in den untersuchten Revieren erforderlich war.

Die Höhe des erforderlichen Zeitaufwandes für Akutmaßnahmen kann von verschiedenen Faktoren abhängig sein. Im Hinblick auf ein zu erarbeitendes Bewertungsmodell sollen diese Faktoren in Bezug auf ihren Einfluss getestet werden. Als mögliche Einflussfaktoren wurden sowohl naturale Einflussfaktoren (vorkommenden Baumarten, Topographie) als auch Verhaltensfaktoren (Besitzart, Regelungsdichte) herangezogen, wobei sich im Einzelfall diese beiden Kategorien auch überschneiden können (Bundesländer). Über die jeweilige Baumartenverteilung könnten sich auch Unterschiede zwischen den einzelnen Bundesländern ergeben. Untersucht man die angefallenen Akutmaßnahmen in Abhängigkeit zu Besitzart, so könnten unterschiedliche Angemessenheitsvorstellungen zu unterschiedlich hohen Aufwendungen für Akutmaßnahmen führen: So wäre beispielsweise vorstellbar, dass staatliche und v.a. kommunale Forstbetriebe Zuständigkeiten auf andere Institutionen (z.B. Feuerwehr) verlagern. Und nicht zuletzt könnte auch die Topographie einen Einfluss auf die Höhe der Zeitaufwendungen haben, da neben der vermutlich höheren Steinschlagsgefahr auch das Risiko größer sein dürfte, dass Stammteile oder Äste durch die Schwerkraft auf die Straße gelangen.

5.4.2.2.1 Überblick

In der überwiegenden Mehrzahl der Reviere werden Akutmaßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit an öffentlichen Straßen durchgeführt. Auffallend ist, dass der Einsatz von Maschinen (v.a. Forstschlepper, vgl. Kap. 5.4.5.1) sich im Vergleich mit den angefallenen Arbeitsstunden gering ausnimmt. Im Rahmen einer durchgeführten Plausibilitätsanalyse wurden bei der Berechnung der Werte drei Ausreißer mit Werten über 100 Stunden je km nicht berücksichtigt.

	Arbeitsstunden je km öffentlicher Straße	MAS je km öffentlicher Straße	Arbeitsstunden je km Forststraße	MAS je km Forststraße
N	364	363	329	329
Ø	4,05	1,12	2,25	0,36
σ	8,00	2,59	5,91	1,06
Std. Fehler	0,42	0,14	0,32	0,06

Tab. 21 Überblick über den jährlichen Aufwand für Akutmaßnahmen [h/km]

5.4.2.2.2 Akutaufwand nach Revierkategorien

Bei der Betrachtung der Akutmaßnahmen könnte erwartet werden, dass die Höhe des erforderlichen Zeitaufwandes von den unterschiedlichen Charakteristika (Stabilität, Festigkeit des Holzes, Höhenwachstum) der vorkommenden Hauptbaumarten abhängig ist. Als gruppierende Variable dient die Revierkategorie (vgl. Kap. 5.2). Der Einfluss der vorwiegend vertretenen Baumarten im betreffenden Revier auf die Anzahl der für Akutmaßnahmen angefallenen Stunden ergibt sich aus nachfolgenden Tabellen. Aufgeführt sind die Mittelwerte angefallener Arbeitsstunden (Mann- und Maschinenarbeitsstunden) differenziert nach Revierkategorien.

Akutaufwand: Arbeitsstunden	N	Ø	σ	Standardfehler
Fichtenrevier	98	4,25	8,48	0,86
Kiefernrevier	62	3,73	5,96	0,76
Eichenrevier	7	3,03	4,63	1,75
Buchenrevier	33	2,17	3,42	0,59
Pappelrevier	1	2,18	,	,
Nadelmischrevier	43	3,55	7,69	1,17
Laubmischrevier	58	5,56	11,70	1,54
Total	302	4,03	8,19	0,471

Tab. 22 Jährlicher Akutaufwand in Arbeitsstunden je km öffentlicher Straße nach Revierkategorien

Akutaufwand: MAS	N	Ø	σ	Standardfehler
Fichtenrevier	98	1,12	3,23	0,33
Kiefernrevier	62	1,11	2,93	0,37
Eichenrevier	7	1,13	1,27	0,48
Buchenrevier	33	0,72	0,97	0,17
Pappelrevier	1	1,09	,	,
Nadelmischrevier	43	1,61	3,54	0,54
Laubmischrevier	58	,95	1,23	0,16
Total	302	1,11	2,71	0,16

Tab. 23 Jährlicher Akutaufwand in Maschinenarbeitsstunden je km öffentlicher Straße nach Revierkategorien

Die angeführten Mittelwerte vermitteln einen Eindruck von den Dimensionen notwendiger Akutmaßnahmen. Über alle Revierkategorien hinweg sind jährlich gut vier Arbeitsstunden je km öffentlicher Straße zu verzeichnen. Innerhalb der unterschiedlichen Revierkategorien schwanken die festgestellten Werte teilweise beträchtlich. So fallen in buchendominierten Revieren im Mittel knapp halb so viele Stunden an wie in nadelholzdominierten Revieren. Buchenreviere weisen den

geringsten Wert, Laubmischreviere den höchsten Wert auf. Auf Pappelreviere wird nicht näher eingegangen, da sie in der Stichprobe nur einmal enthalten sind. Auffallend ist in diesem Zusammenhang, dass Nadelmischreviere einen deutlich geringeren Anfall von Arbeitsstunden je km aufweisen als Laubmischreviere. Allerdings sind in diesem Zusammenhang die vergleichsweise hohen Standardabweichungen (σ) zu berücksichtigen.

Um festzustellen, ob die Mittelwerte der nach Revierkategorien gruppierten Stichproben signifikant voneinander abweichen, wurde zunächst eine Varianzanalyse (vgl. BROSIUS 2002) durchgeführt. Der Einfluss der Variable Revierkategorie auf die abhängige Variable „Arbeitsstunden je km öffentlicher Straße“ und „MAS je km öffentlicher Straße“ ist nicht signifikant. Im direkten Vergleich einzelner Mittelwerte der Teilgruppen können sich dennoch signifikante Unterschiede ergeben. Deshalb wurde für jedes Wertepaar ein T-Test durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den nachfolgenden Kreuztabellen wiedergegeben.

	Fichtenrevier	Kiefernrevier	Eichenrevier	Buchenrevier	Nadelmischrevier	Laubmischrevier
Fichtenrevier	-	-	-	-	-	-
Kiefernrevier	-	-	-	-	-	*
Eichenrevier	-	-	-	-	-	-
Buchenrevier	-	-	-	-	-	*
Nadelmischrevier	-	-	-	-	-	-
Laubmischrevier	-	-	-	-	-	-

Tab. 24 Arbeitsstunden je km: Signifikante Unterschiede zwischen den Revierkategorien

	Fichtenrevier	Kiefernrevier	Eichenrevier	Buchenrevier	Nadelmischrevier	Laubmischrevier
Fichtenrevier	-	-	-	-	-	-
Kiefernrevier	-	-	-	-	-	-
Eichenrevier	-	-	-	-	-	-
Buchenrevier	-	-	-	-	**	-
Nadelmischrevier	-	-	-	-	-	-
Laubmischrevier	-	-	-	-	-	-

Tab. 25 MAS je km: Signifikante Unterschiede zwischen den Revierkategorien

Aus den Kreuztabellen ist ersichtlich, dass sich schwach signifikante Unterschiede hinsichtlich des erforderlichen Aufwandes für Akutmaßnahmen (Arbeitsstunden) beim Vergleich der Buchen- bzw. Kiefernreviere mit Laubmischrevieren ergeben. Bei den Maschinenarbeitsstunden zeigt der T-Test signifikante Unterschiede zwischen den Buchen- und Nadelmischrevieren. Die Mittelwerte der Fichten-, Kiefern-, Buchen- und Eichenreviere unterscheiden sich damit nicht signifikant, obwohl man das insbesondere beim Vergleich der Mittelwerte der Arbeitsstunden hätte vermuten können.

5.4.2.2.3 Akutaufwand nach Bundesländern

Die bundesweit durchgeführte Untersuchung ermöglicht einen Vergleich der für Akutmaßnahmen angefallenen Stunden zwischen den Bundesländern. Schon allein aufgrund der unterschiedlichen naturalen Ausstattung der Wälder sind Unterschiede zwischen den Bundesländern zu erwarten. Auch könnte die Sensibilisierung in Bezug auf Verkehrssicherungsthemen von Bundesland zu Bundesland unterschiedlich sein. So könnte durchaus erwartet werden, dass bevölkerungsreiche Bundesländer einen höheren Akutaufwand aufweisen als weniger stark besiedelte Bundesländer. Analog zur bisherigen Vorgehensweise wird auch hier zwischen Arbeitsstunden und Maschinenarbeitsstunden differenziert.

Akutaufwand Arbeitsstunden	N	Ø	σ	Standardfehler
Baden- Württemberg	16	4,19	6,00	1,50
Bayern	20	4,81	12,88	2,88
Brandenburg	26	4,56	9,07	1,78
Hessen	59	3,04	8,39	1,09
Mecklenburg- Vorpommern	17	5,76	11,83	2,87
Niedersachsen	40	2,68	4,26	0,67
Nordrhein- Westfalen	66	3,77	7,98	,98
Rheinland-Pfalz	32	4,52	6,24	1,10
Saarland	5	0,97	0,67	0,30
Sachsen	26	9,04	11,54	2,26
Sachsen-Anhalt	27	3,55	4,80	0,92
Schleswig-Holstein	7	4,11	3,51	1,33
Thüringen	22	2,28	2,42	0,52
Total	363	4,06	8,01	0,42

Tab. 26 Jährlicher Akutaufwand in Arbeitsstunden je km öffentlicher Straße nach Bundesländern

Akutaufwand: MAS	N	Ø	σ	Standardfehler
Baden-Württemberg	16	1,92	2,28	,57
Bayern	20	2,44	6,65	1,49
Brandenburg	26	0,43	0,58	0,11
Hessen	59	1,08	2,53	0,33
Mecklenburg-Vorpommern	17	2,30	5,20	1,26
Niedersachsen	40	0,61	0,89	0,14
NRW	66	1,07	1,49	0,18
Rheinland-Pfalz	32	1,37	2,23	0,39
Saarland	5	0,26	0,18	0,08
Sachsen	26	1,53	2,88	0,56
Sachsen-Anhalt	27	0,54	0,97	0,19
Schleswig-Holstein	7	0,85	0,79	0,30
Thüringen	22	0,59	1,09	0,23
Total	363	1,12	2,60	0,14

Tab. 27 Jährlicher Akutaufwand in Maschinenarbeitsstunden je km öffentlicher Straße nach Bundesländern

Eine analog zur bisherigen Vorgehensweise durchgeführte Varianzanalyse ergibt, dass die unabhängige Variable "Bundesland" weder auf die Höhe der angefallenen Mann-, noch auf die Höhe der angefallenen Maschinenarbeitsstunden einen signifikanten Einfluss hat. Die Hypothese, dass die Bundesländer unterschiedlich hohe Aufwendungen für Akutmaßnahmen aufweisen, muss deshalb verworfen werden.

Auch wenn der gruppierenden Variable „Bundesland“ über die Varianzanalyse insgesamt kein signifikanter Einfluss nachgewiesen werden konnte, lohnt sich ein Vergleich zwischen einzelnen Bundesländern. Hier ergeben sich durchaus signifikante Unterschiede innerhalb der Teilgruppen. Für jedes Wertepaar wurde ein separater T-Test durchgeführt. So fallen beispielsweise in Sachsen hochsignifikant mehr Arbeitsstunden je km an als in Niedersachsen und Thüringen. Die beiden

nachfolgenden Kreuztabellen stellen die paarweisen Vergleiche detailliert dar.

	Baden-Württemberg	Bayern	Brandenburg	Hessen	MecklenburgVP	Niedersachsen	NRW	Rheinland-Pfalz	Saarland	Sachsen	Sachsen-Anhalt	Schleswig-Holstein	Thüringen
Baden-Württemberg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
Bayern	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Brandenburg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hessen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	-	-	-
MecklenburgVP	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	*
Niedersachsen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	***	-	-	-
NRW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	-	-	-
Rheinland-Pfalz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*
Saarland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	-	*
Sachsen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	*	***
Sachsen-Anhalt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*
Schleswig-Holstein	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thüringen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 28 Akutaaufwand in Arbeitsstunden: Signifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern

	Baden-Württemberg	Bayern	Brandenburg	Hessen	MecklenburgVP	Niedersachsen	NRW	Rheinland-Pfalz	Saarland	Sachsen	Sachsen-Anhalt	Schleswig-Holstein	Thüringen
Baden-Württemberg	-	-	***	-	-	**	*	-	*	-	**	-	*
Bayern	-	-	**	*	-	**	**	-	-	-	*	-	*
Brandenburg	-	-	-	-	**	*	*	*	-	**	-	-	-
Hessen	-	-	-	-	**	-	-	-	-	-	-	-	-
MecklenburgVP	-	-	-	-	-	***	***	*	-	-	**	-	**
Niedersachsen	-	-	-	-	-	-	-	*	*	***	-	-	-
NRW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	-	-	-
Rheinland-Pfalz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	*	-	-
Saarland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sachsen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	-	*
Sachsen-Anhalt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schleswig-Holstein	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thüringen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 29 Akutaaufwand in MAS: Signifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern

Bei der Betrachtung der Arbeitsstunden fällt auf, dass offensichtlich in besonderem Maße in Sachsen mehr Arbeitsstunden aufgewendet werden als in anderen Bundesländern. Demgegenüber fällt die Beurteilung der Verhältnisse bei den Maschinenarbeitsstunden uneinheitlicher aus. Neben Sachsen scheinen aber vor allem in Mecklenburg-Vorpommern und Baden-Württemberg viele Maschinenstunden aufgewendet zu werden.

Zusätzlich soll die Hypothese getestet werden, wonach sich unterschiedliche Regelungsdichten der Bundesländer auf die Höhe der anfallenden Akutmaßnahmen auswirken. Zu diesem Zweck wurden analog zum Vorgehen im Kapitel 5.3.3.4 T-Tests durchgeführt. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle wiedergegeben.

	N	Ø (h/km)	Signifikanzniveau
Arbeitsstunden an öffentliche Straßen			
Hohe Regeldichte	185	3,73	0,35
Geringe Regeldichte	146	4,39	
Maschinenarbeitsstunden an öffentlichen Straßen			
Hohe Regeldichte	185	1,18	0,66
Geringe Regeldichte	146	0,99	

Tab. 30 Unterschiede beim mittleren Akutauswand in Abhängigkeit von der Regelungsdichte der Bundesländer

Wie schon im Kapitel 5.3.3.4 können keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Demnach scheint die Regelungsdichte der Bundesländer keinen Einfluss auf die Höhe der anfallenden Aufwendungen für Akutmaßnahmen zu haben.

5.4.2.2.4 Akutauswand nach Besitzart

Unterschiedliche Besitzarten lassen unterschiedliche Verhaltensweisen im Umgang mit Aufwendungen für Akutmaßnahmen erwarten. So könnte beispielsweise angenommen werden, dass private Waldbesitzer aus Kostengründen einen geringeren Aufwand betreiben als staatliche Waldbesitzer. Kommunale Reviere, die häufig von staatlichen Forstbediensteten betreut werden, lassen wiederum einen ähnlich hohen Aufwand für Akutmaßnahmen erwarten wie staatliche Waldbesitzer. Nachfolgende Graphik zeigt die Ergebnisse differenziert nach Besitzart.

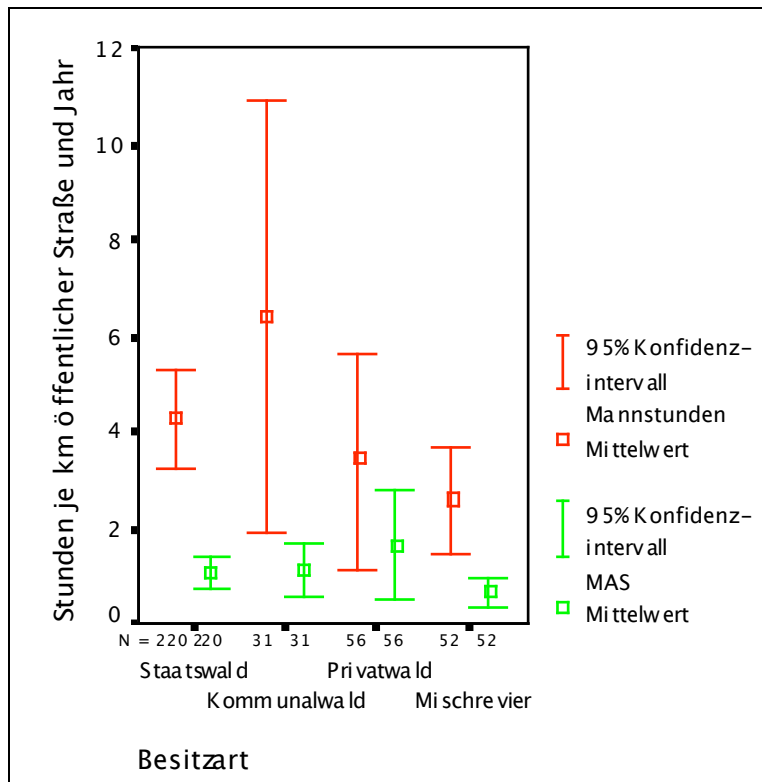


Abb. 16 Jährlicher Akutaufwand an öffentlichen Straßen nach Besitzart [h/km]

Der Akutaufwand im Staatswald liegt mit 4,3 Arbeitsstunden je km öffentlicher Straße und Jahr zwischen dem Zeitaufwand, den kommunale Reviere (6,4 h) und private Reviere (3,4 h) benötigen. Die Mittelwerte von privaten und kommunalen Forstbetrieben liegen weit auseinander. Im Schnitt werden in privaten Forstbetrieben kaum halb so viele Stunden aufgewendet wie in kommunalen Revieren. Erstaunlich wenige Stunden für Akutaufwand fallen in Mischrevieren an (2,6 h). Bei der Interpretation der Ergebnisse ist jedoch die große Streubreite der Einzelwerte zu berücksichtigen. So deuten die sich überlappenden Konfidenzintervalle bereits darauf hin, dass die festgestellten Unterschiede nicht signifikant sind. Eine durchgeführte Varianzanalyse bestätigt diese Vermutung.

Betrachtet man die angefallenen Maschinenarbeitsstunden differenziert nach Besitzart, so liegen die Mittelwerte nahe beieinander. Im Staatswald fallen durchschnittlich 1,10 MAS, im kommunalen Wald 1,14 MAS, im privaten Wald 1,65 MAS und in Mischrevieren 0,7 Stunden je km öffentlicher Straße und Jahr an. Die Varianzanalyse weist der unabhängigen Variable "Besitzart" keinen signifikanten Einfluss auf die Höhe anfallender Maschinenarbeitsstunden zu. Um darüber hinaus

abzuprüfen, ob sich innerhalb der Teilgruppen signifikante Unterschiede ergeben, sind in den beiden nachfolgenden Kreuztabellen die Ergebnisse paarweiser durchgeführter T-Tests wiedergegeben.

Arbeitsstunden	Staatswald	Kommunalwald	Privatwald	Mischrevier
Staatswald		*	-	*
Kommunalwald			-	**
Privatwald				-
Mischrevier				

Tab. 31 Akutaufwand in Arbeitsstunden: Signifikante Unterschiede zwischen den Besitzarten

MAS	Staatswald	Kommunalwald	Privatwald	Mischrevier
Staatswald		-	*	-
Kommunalwald			-	-
Privatwald				*
Mischrevier				

Tab. 32 Akutaufwand in MAS: Signifikante Unterschiede zwischen den Besitzarten

5.4.2.2.5 Akutaufwand nach Topographie

Bei einem Vergleich der Aufwendungen für Akutmaßnahmen in unterschiedlichen topographischen Verhältnissen liegt es nahe, im Gelände mit einer höheren Reliefenergie einen höheren Aufwand für Akutmaßnahmen zu erwarten. So dürfte im Mittelgebirge gegenüber dem Flachland das Risiko, dass durch Schwerkraft Steine, Äste oder Stämme auf die Straße gelangen, deutlich höher sein. Dieses höhere Risiko, so die Erwartung, müsste sich in höheren Aufwendungen für Akutmaßnahmen manifestieren.

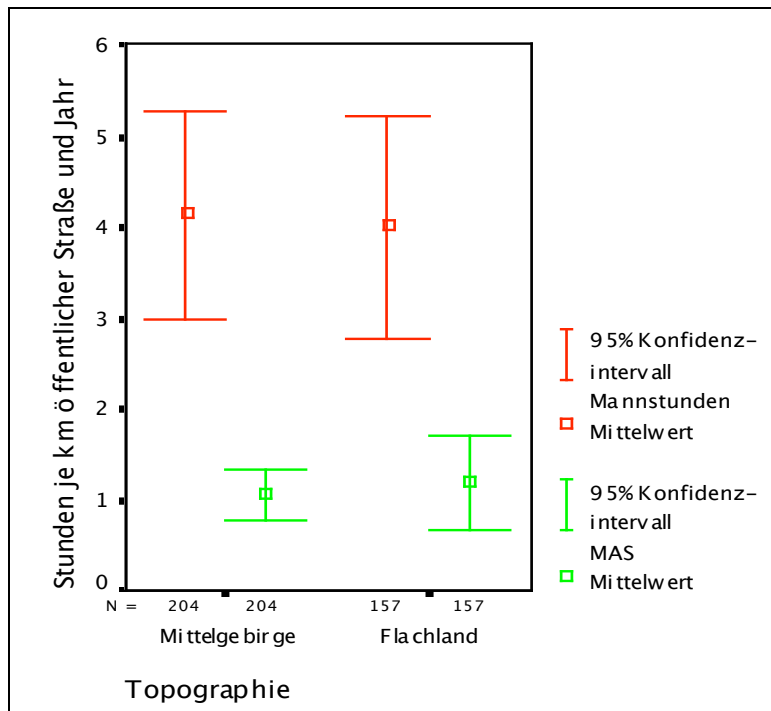


Abb. 17 Akutaufwand an öffentlichen Straßen nach Topographie [h/km]

Im Flachland werden im Schnitt 4,0, im Mittelgebirge 4,2 Arbeitsstunden jährlich je Kilometer öffentlicher Straße für Akutmaßnahmen aufgewendet. Demgegenüber stehen Maschinenarbeitsstunden von 1,2 Stunden im Flachland und 1,1 Stunden im Mittelgebirge. Der durchgeführte T-Test bestätigt den optischen Eindruck aus der Graphik. Es besteht damit kein signifikanter Unterschied des Akutaufwands in Abhängigkeit zur Topographie. Die eingangs formulierte Hypothese, der Akutaufwand unterscheide sich nach den jeweiligen topographischen Gegebenheiten, muss deshalb verworfen werden.

5.4.2.2.6 Akutaufwand in Abhängigkeit von der Kontrollintensität

Inwieweit beeinflusst eine intensive Kontrolltätigkeit den erforderlichen Aufwand für Akutmaßnahmen? Als Hypothesen sei angenommen, dass sich der Akutaufwand durch intensive Kontrolltätigkeit verringert, da potentielle Gefahren bereits frühzeitig erkannt und im Vorfeld beseitigt werden können. Die Investition in Kontrolltätigkeiten, so das Kalkül, amortisiert sich durch eingesparte Kosten bei Akutaufwendungen. Um die Hypothese zu überprüfen, sind in nachfolgendem Streudiagramm auf der Abszisse der Kontrollaufwand in Stunden je km und auf der Ordinate der angefallene Akutaufwand je km aufgetragen. Für öffentlichen Straßen und Forststraßen sind zwei separate Diagramme dargestellt.

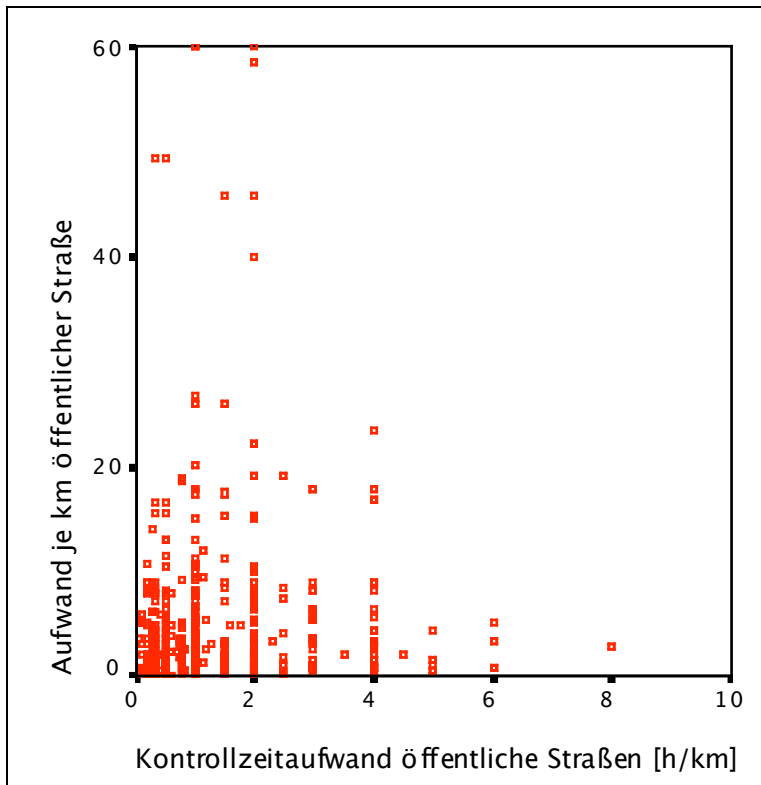


Abb. 18 Akutaufwand an öffentlichen Straßen nach Kontrollintensität [h/km]

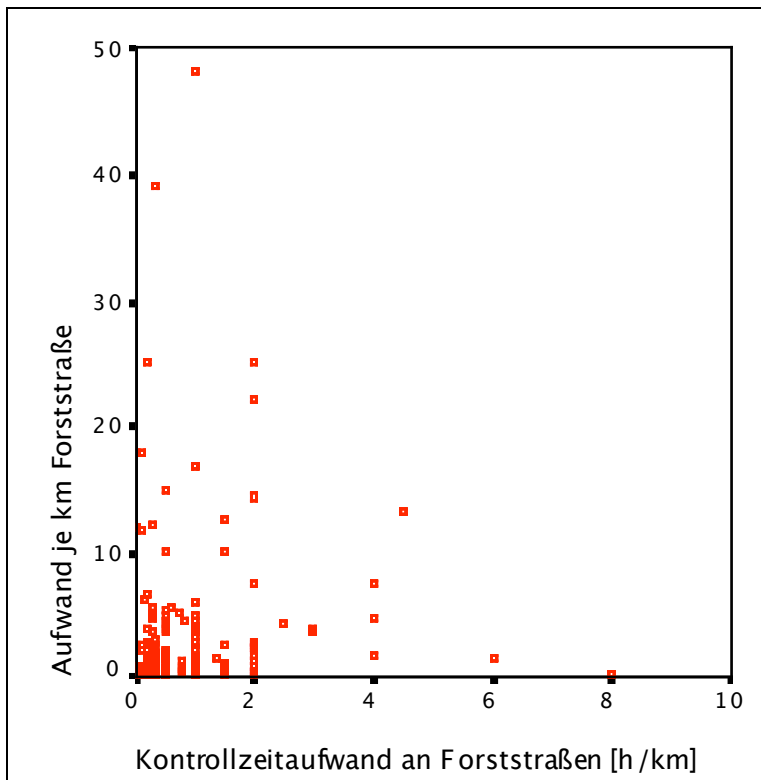


Abb. 19 Akutaufwand an Forststraßen nach Kontrollintensität [h/km]

Aus der okularen Betrachtung der beiden Streudiagramme lassen sich zunächst keine Rückschlüsse im Hinblick auf die eingangs formulierte These ziehen. Weder bei Forststraßen noch bei öffentlichen Straßen ist ein Zusammenhang zwischen Kontrollintensität und erforderlichen Akutaufwendungen erkennbar. Um diese erste optische Einschätzung statistisch zu überprüfen, wurde zusätzlich der Pearson'sche Korrelationskoeffizient (vgl. Kap. 2.6.2) berechnet.

	N	Pearson'sche Korrelationskoeffizient	Signifikanzniveau
Öffentliche Straßen	825	0,033	0,34
Forststraßen	203	-0,023	0,75

Tab. 33 Korrelation von Kontrollintensität und Akutaufwand

Die dargestellten Ergebnisse bestätigen die okulare Einschätzung. Es lässt sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen Kontrollintensität und erforderlichem Akutaufwand feststellen. Die eingangs formulierte These, wonach eine hohe Kontrollintensität zu reduzierten Akutaufwendungen führt, muss deshalb verworfen werden.

5.4.2.3 Durchführung von Akutmaßnahmen

Wegen des Einflusses auf die Kosten ist es von Interesse, welche Personen bzw. betriebliche Kapazitäten die Akutmaßnahmen durchführen. Die unterschiedlichen Stundensätze der verschiedenen Personalgruppen sind von nennenswerter Bedeutung für die Erstellung des Bewertungsmodells.

Während die Gruppe der Revierleiter bei der Kontrolle der Verkehrssicherheit den Hauptanteil des Zeitaufwands übernimmt (vgl. Kap. 5.3.6), sind bei der Durchführung von Akutmaßnahmen vorwiegend Waldarbeiter im Einsatz: In rund 85% der Reviere sind Waldarbeiter mit der Durchführung von Akutmaßnahmen betraut, wobei deren Anteil am Gesamtzeitaufwand für Akutmaßnahmen in diesen Revieren im Mittel bei 78% liegt. Demgegenüber sind zwar in rund 71% der befragten Reviere die Revierleiter an der Durchführung beteiligt, dort liegt der Anteil am

Gesamtzeitaufwand jedoch nur bei 31%. Knapp ein Fünftel der Reviere (19%) beteiligt bei der Durchführung von Akutmaßnahmen Dritte, vorwiegend sind Unternehmer (88% der Nennungen) und Feuerwehr (11% der Nennungen) genannt. In diesen Revieren liegt deren Anteil am Gesamtzeitaufwand bei rund 35%.

Nachfolgend sind die Ergebnisse in tabellarischer Form zusammengefasst.

Anteil am Gesamtzeitaufwand für Akutmaßnahmen	N	Nennungen in % der beteiligten Reviere	\bar{x}	σ	Standardfehler
Anteil des Revierleiters	302	71	0,31	0,29	0,02
Anteil des Waldarbeiters	361	85	0,78	0,21	0,01
Anteil Dritter	81	19	0,35	0,31	0,03

Tab. 34 Durchführende von Akutmaßnahmen und deren Anteil am Gesamtzeitaufwand

Es bleibt festzuhalten, dass Revierleiter zwar in nennenswertem Umfang an Akutmaßnahmen beteiligt sind, der überwiegende Anteil der Akutmaßnahmen jedoch von Waldarbeitern ausgeführt wird. Der Anteil Dritter (Unternehmer) an Akutmaßnahmen ist insgesamt gering.

5.4.3 Vorbeugende Maßnahmen

Im Zentrum dieses Kapitels stehen wiederkehrende, routinemäßige Maßnahmen an Straßen, um die Verkehrssicherheit zu gewährleisten. Zu diesem Zweck wurden insgesamt 667 Einzelmaßnahmen einer detaillierten Analyse unterzogen. Zunächst wird ein Überblick über diesen speziellen Teil der Verkehrssicherungsaufwendungen vermittelt. Im Anschluss wird versucht, die Einflussgrößen für die Höhe des notwendigen Aufwandes zu bestimmen.

5.4.3.1 Überblick

5.4.3.1.1 Ausprägungsformen vorbeugender Maßnahmen

Vorbeugende Maßnahmen zur Sicherstellung der Verkehrssicherheit sind fester Bestandteil im Betriebsablauf nahezu aller Reviere. In rund 98% aller an der Untersuchung beteiligten Reviere werden Gefahrenbäume im Zuge vorbeugender Verkehrssicherungsmaßnahmen gefällt, in 78% der Reviere vorbeugend Gefahrenäste entfernt. Das Lichtraumprofil wird regelmäßig in immerhin 77% der Reviere freigeschnitten. In lediglich 3% der Reviere werden zusätzlich weitere Maßnahmen ergriffen. Genannt werden in diesem Zusammenhang Absicherungen gegen Erdbeben, Wegeausbesserungen und das Kennzeichnen potentieller Gefahrenstellen.

Einen Überblick über den durchschnittlichen Anteil der jeweiligen Maßnahmenarten am Gesamtzeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen gibt nachfolgende Abbildung.

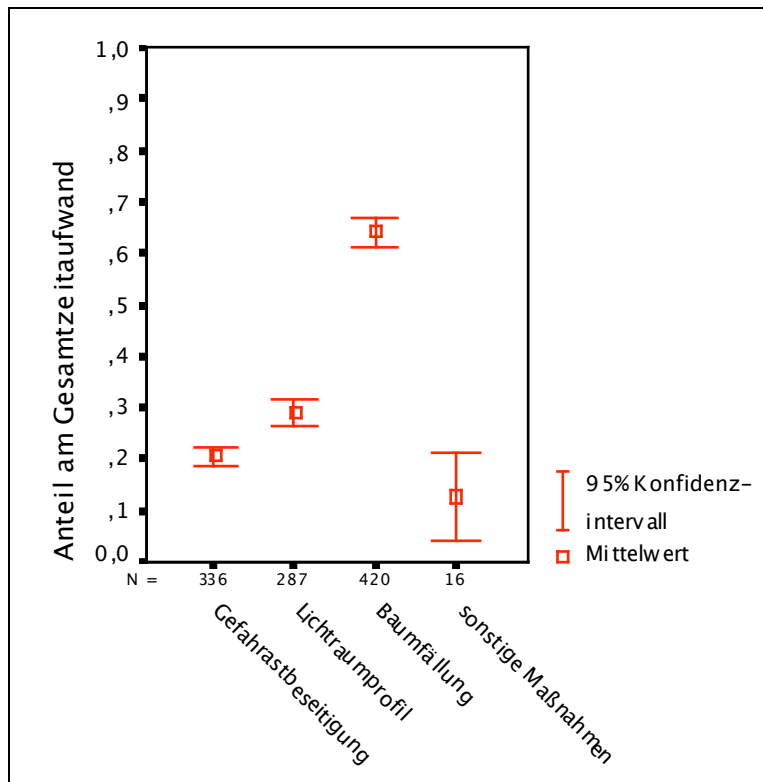


Abb. 20 Anteil verschiedener Maßnahmen am Gesamtzeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen

Die vorbeugende Baumfällung ist mit durchschnittlich 64% Anteil am Gesamtzeitaufwand die mit Abstand wichtigste Maßnahme, gefolgt von dem Freischneiden des Lichtraumprofils (29%) und der vorbeugenden Beseitigung von Gefahrenästen (20%).

5.4.3.1.2 Wiederholungsfrequenz vorbeugender Maßnahmen

Wälder sind dynamische Systeme. Dies gilt insbesondere für Wälder an Straßen, da durch den Straßenkorridor ein erhöhter Lichteinfall das Wachstum begünstigt. Vorbeugende Maßnahmen sind demnach in einem bestimmten Rhythmus durchzuführen. Es liegt nahe, zu prüfen, ob sich der zeitliche Abstand, nach dem eine Wiederholung der vorbeugenden Maßnahme notwendig wird, nach den Straßenkategorien unterscheidet.

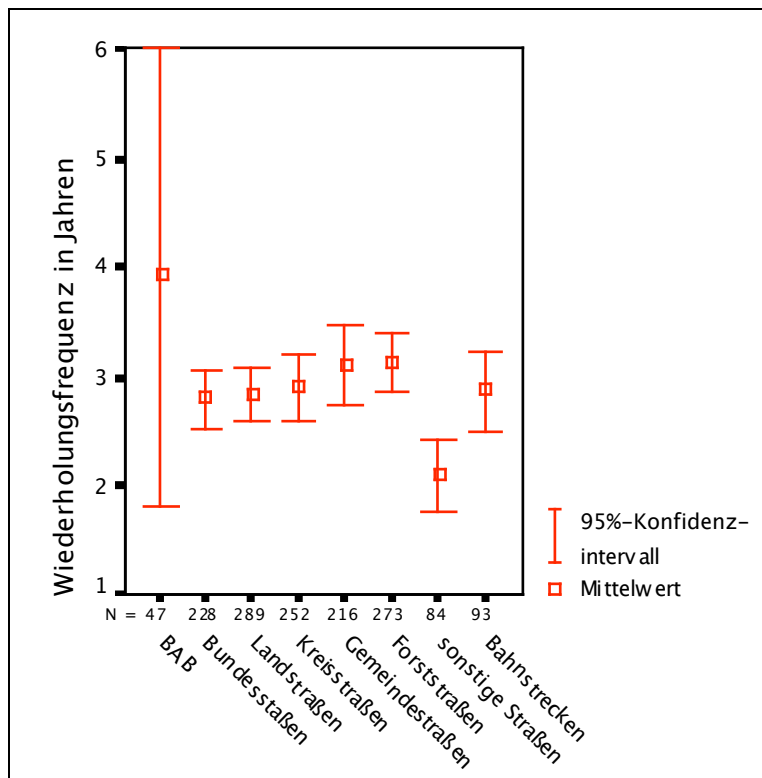


Abb. 21 Wiederholungsfrequenz vorbeugender Maßnahmen

Das Ergebnis der Prüfung zeigt, dass der Großteil der Mittelwerte ganz offenbar innerhalb eines sehr engen Rahmens, zwischen 2,8 und 3,1 Jahren liegen. Lediglich die Kategorie Bundesautobahn liegt mit knapp 4 Jahren über, die Kategorie sonstige Straßen mit 2,1 Jahren unter diesem Rahmen.

Vorbeugende Maßnahmen werden demnach im Durchschnitt alle drei Jahre an allen öffentlichen Straßen und Forststraßen als notwendig erachtet. Der Sonderfall Bundesautobahn (N=47) mit knapp vierjährigen Kontrollabständen sei außer Acht gelassen. Hierbei fällt auf, dass die „kleineren“ öffentlichen Straßen (Kreis- und Gemeindestraßen) gegenüber den „größeren“ und damit in aller Regel stärker frequentierten Bundesstraßen und Landstraßen eine etwas höhere Wiederholungsfrequenz aufweisen. Nahezu in ähnlich hoher Frequenz finden vorbeugende Maßnahmen an Forststraßen statt. Dies ist auf den ersten Blick erstaunlich hoch. Dieser Umstand lässt sich dadurch erklären, dass vermutlich viele vorbeugende Maßnahmen im Rahmen regulärer Holzernte ohne größeren Zusatzaufwand als Koppelprodukt durchgeführt werden können.

Die Kategorie „sonstige Straßen“ umfasst primär Rad- und Wanderwege (vgl. Kap.

5.2). In dieser Kategorie ist der zeitliche Abstand, in dem vorbeugende Maßnahmen durchgeführt werden, gegenüber allen anderen Straßenklassen am geringsten. Hier werden also öfter vorbeugende Maßnahmen durchgeführt. Es kann somit der Eindruck entstehen, dass an Rad- und Wanderwegen ein höherer Sorgfaltsmaßstab angelegt wird als an hochfrequentierten öffentlichen Straßen. Eine mögliche Erklärung liegt in der unmittelbaren Nähe des Waldes zu den Wanderwegen. Im Gegensatz zu öffentlichen Straßen, die über Bankett und Straßengraben einen gewissen Abstand zum Wald aufweisen, grenzt der Wald häufig unmittelbar an Rad- und Wanderwege, bzw. erstreckt sich sogar über sie. Änderungen des dynamischen Systems Wald wirken sich damit sofort auf die Sicherheit der Wege aus. Im Gegensatz dazu verfügen die öffentlichen Straßen mittels des Abstands zum Wald über ein gewisses „Sicherheitspolster“. Damit könnte auch erklärt sein, warum Autobahnen eine deutlich niedrigere Wiederholungsfrequenz vorbeugender Maßnahmen aufweisen als die restlichen Straßenklassen: Häufig verfügen sie über einen größeren Abstand zum benachbarten Waldgrundstück.

5.4.3.1.3 Übersicht über die Datenbasis

Um einen repräsentativen Überblick über die durchgeführten vorbeugenden Maßnahmen zu erlangen, wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung 667 konkrete Maßnahmen aus dem Jahr 2001 einer detaillierten Analyse unterzogen. 54% der untersuchten Maßnahmen sind topographisch dem Mittelgebirge zuzuordnen, 46 % dem Flachland. Nach Besitzarten verteilen sich die Einzelmaßnahmen auf 61% Staatswaldreviere, 15% Privatwald- und 9% Kommunalwaldreviere. Rund 15% der Maßnahmen finden in Mischrevieren (Staats- und Kommunalwaldreviere) statt. Der Schwerpunkt der analysierten Maßnahmen liegt bei den öffentlichen Straßen. Rund 90% aller erfassten Maßnahmen erfolgten an Bundesautobahnen, Bundes-, Land-, Kreis- oder Gemeindestraßen (vgl. Tab. 35).

Straßenklasse	N	Prozentwerte
Bundesautobahnen	14	2,1
Bundesstraßen	112	16,9
Landstraßen	213	32,2
Kreisstraßen	138	20,8
Gemeindestraßen	116	17,2
Forststraßen	46	6,9
Bahn	5	0,8
Rad- und Wanderwege	10	1,5
Spielplätze	4	0,6
Wohnbebauung	3	0,5
Waldparkplätze	1	0,2
Total	662	100

Tab. 35 Verteilung der untersuchten vorbeugenden Maßnahmen nach Straßenklassen

Die Verteilung der angeführten Maßnahmen lässt einen Rückschluss auf die jeweilige kapazitätsrelevante Bedeutung der jeweiligen Schutzobjekte zu. Der Schwerpunkt vorbeugender Maßnahmen liegt mit insgesamt 89% eindeutig bei den öffentlichen Straßen. Die Verkehrssicherheit an Forststraßen ist mit lediglich 7% eher selten Ziel routinemäßiger Vorbeugungsmaßnahmen. Rad- und Wanderwege, Wohnbebauung, Spiel- oder Waldparkplätze sind selten Schutzobjekt vorbeugender Maßnahmen. Bei näherer Betrachtung ergeben sich hierfür mehrere Erklärungsansätze. Prominente Einzelobjekte wie Waldparkplätze oder Spielplätze sind häufig von der öffentlichen Hand oder Interessensverbänden getragen, wobei es sich empfiehlt, im Zuge einer privatrechtlichen Vereinbarung die Verkehrssicherungspflicht zu übertragen. Die Forstbetriebe wären in diesem Fall von der Durchführung vorbeugender Maßnahmen entbunden. Die öffentlich-rechtlichen Genehmigungsverfahren schließen bei Wohnbebauung zu geringe und damit gefährliche Abstände zum Wald in der Regel aus oder wirken zumindest auf einen privatrechtlichen Haftungsausschluss zwischen Gebäudeeigentümer und Forstbetrieb hin.

Die Verkehrssicherungsaufwendungen an prominenten Einzelobjekten sind nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung. Die Untersuchung konzentriert sich deshalb im weiteren Verlauf auf die Analyse der vorbeugenden Maßnahmen an öffentlichen Straßen.

Bei den durchgeführten Maßnahmen ist die vorbeugende Gefahrbaumfällung die mit Abstand am häufigsten angeführte Maßnahmenart (80% aller untersuchten Maßnahmen). Totastbeseitigung und kombinierte Maßnahmen (Totastbeseitigung und Gefahrbaumfällung) folgen mit 8% bzw. 7%.

Art der Maßnahme	N	Prozentwerte
Totastbeseitigung	53	8
Gefahrbaumfällung	528	80
Lichtraumprofil	26	3,9
Räumung	4	0,6
Kombinierte Maßnahme	48	7,3
Streifenkahlhieb	1	0,2
Total	660	100

Tab. 36 Verteilung der untersuchten vorbeugenden Maßnahmen nach Art der Maßnahme

Gegenstand der vorbeugenden Maßnahmen sind vorwiegend die vier Baumarten Buche (25%), Eiche (22%), Fichte (23%) und Kiefer (17%). Die verbleibenden 13% teilen sich verschiedene Baumarten, v.a. Birke, Edellaubholz und Pappel (vgl. Anhang, Kap. 10.2.1.1).

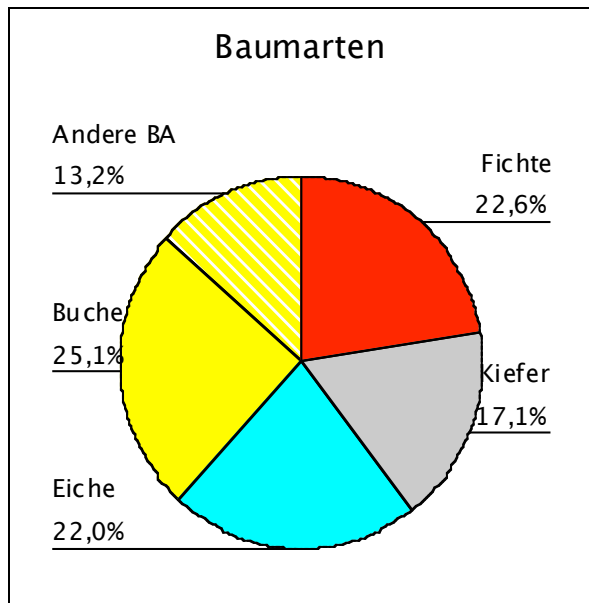


Abb. 22 Baumarten als Gegenstand der untersuchten vorbeugenden Maßnahmen

Vorbeugende Maßnahmen beziehen sich vorwiegend auf eine bestimmte Baumart. In lediglich 20% der Fälle sind daneben weitere Baumarten genannt. Setzt man die Verteilung der Baumarten, die Gegenstand von vorbeugenden Maßnahmen sind, in Bezug zu den Ergebnissen der Bundeswaldinventur II, so scheinen Eiche und Buche etwas häufiger und Fichte und Kiefer etwas seltener Gegenstand von vorbeugenden Maßnahmen zu sein, als man ihrer anteiligen Bedeutung nach erwarten würde. Allerdings ist die Revierkategorie nur eine Hilfsgröße, der die Baumartenverteilung des gesamten Untersuchungsreviers zugrunde liegt. Weil die tatsächliche Baumartenverteilung an Straßen nicht bekannt ist, ist dieses Ergebnis vorsichtig zu interpretieren.

	Verteilung der Baumartengruppen Ergebnisse der BWI II	Verteilung der Baumarten als Gegenstand vorbeugender Maßnahmen
Fichte	28%	23%
Kiefer	23%	17%
Eiche	15%	22%
Buche	10%	25%

Tab. 37 Gegenüberstellung der Verteilung der Baumarten nach BWI II und deren Häufigkeit als Gegenstand vorbeugender Maßnahmen

5.4.3.1.4 Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung sind wiederkehrende, routinemäßig durchgeführte Vorbeugungsmaßnahmen. Im Rahmen einer Plausibilitätsanalyse wurde festgestellt, dass einzelne Maßnahmen sich auf wenige Laufmeter konzentrieren und einen hohen Zeitaufwand aufweisen. Bei diesen Maßnahmen war meist nicht bekannt, wann sie das letzte Mal durchgeführt wurden. Hier liegt die Vermutung nahe, dass weniger die routinemäßige Sicherstellung der Verkehrssicherheit an Straßenabschnitten im Vordergrund stand als der besondere oder sogar einmalige Schutz von Einzelobjekten. Um eine Verzerrung der Ergebnisse durch den nicht routinemäßigen Schutz von Einzelobjekten zu verhindern, wurden deshalb nur Maßnahmen an öffentlichen Straßen und Forststraßen in die Analyse einbezogen, die sich auf Straßenabschnitte von mindestens 100m Länge bezogen und deren Zeitpunkt der letzten Durchführung bekannt war.

Die einzelnen Maßnahmen unterscheiden sich deutlich in Intensität und Dimension. Um die angefallenen Aufwandsgrößen auf eine einheitliche Basis zu beziehen, wird auf die bereits bekannte Einheit „Stunden je km“ zurückgegriffen. Hierbei wurde die Anzahl der angefallenen Stunden für Durchführung der Maßnahme und ggf. die Absperrung durch die Anzahl der Laufmeter Straße geteilt, über die sich die Maßnahme erstreckt hatte. Als Aufwandgrößen werden Arbeitsstunden (Mannstunden), Maschinenarbeitsstunden (MAS) und Stunden für angefallene Absperrmaßnahmen untersucht, wobei bei letztgenannten nach eigenen und von Dritten finanzierten Arbeitskräften (z.B. Polizei, Feuerwehr) differenziert wird. Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick.

Stunden je km		Durchführung: Arbeitsstunden	MAS	Absperrung durch eigene Arbeiter	Absperrung durch drittfinanzierte Arbeiter:
Öffentliche Straßen	N	438	438	438	438
	Ø [h/km]	40,55	16,24	16,67	5,25
	σ	82,38	33,75	37,75	21,64
	Median	17,21	7,10	4,00	-
	Std.Fehler	3,94	1,61	1,80	1,03
Forststraßen	N	38	38	38	38
	Ø [h/km]	30,98	10,75	9,99	-
	σ	36,03	13,91	15,09	-
	Median	20,00	5,70	2,50	-
	Std.Fehler	5,84	2,26	2,45	-
Gesamt	N	476	476	476	476
	Ø [h/km]	39,78	15,80	16,14	4,83
	σ	79,69	32,64	36,50	20,81
	Median	17,86	6,67	4,00	0
	Std.Fehler	3,65	1,50	1,67	0,95

Tab. 38 Kennzahlen zur Größenordnung der analysierten vorbeugenden Maßnahmen [h/km]

Arbeitsstunden (Mannstunden) fielen in allen untersuchten Fällen an. Im Schnitt fallen bei diesen Maßnahmen rund 40 Stunden je km für die Durchführung der Maßnahme an. Hierbei ist die bedeutende Standardabweichung zu berücksichtigen, die einen Eindruck von der unterschiedlichen Intensität der untersuchten Maßnahmen gibt. In rund 90% der Fälle finden die Maßnahmen mit maschineller Unterstützung statt, wobei neben den angeführten Arbeitsstunden durchschnittlich 16 Maschinenarbeitsstunden je km zu Buche schlagen. Die überragende Rolle spielt mit über 90% aller Fälle der Schlepper, der Einsatz von Harvestern und Forwardern ist von geringer Bedeutung. In nahezu 90% aller Fälle werden in der Praxis Absperrungen mit Posten durchgeführt, wobei überwiegend eigene Arbeitskräfte eingesetzt werden (68%). In 19% aller Fälle übernehmen die Absperrung drittfinanzierte Arbeiter. Die hohe Quote zeugt von dem Risikobewusstsein, das mit

Sicherungsmaßnahmen an Straßen verbunden ist. Durchschnittlich fallen für Abspermaßnahmen im Falle eigener Arbeiter 16 Stunden je km, bei drittfinanzierten Arbeitern 5 Stunden je km an.

Je nach Art der vorbeugenden Maßnahme ergibt sich unterschiedlicher Zeitaufwand. Die dargestellten Mittelwerte beziehen sich auf alle untersuchten Fälle. Im Folgenden werden einzelne Fallgruppen näher untersucht. Es werden Mann- und Maschinenarbeitsstunden unterschieden. Die Maßnahmenarten „Räumung“ und „Streifenkahlhieb“ und „kombinierte Maßnahmen“ bleiben als Spezialfälle unberücksichtigt.

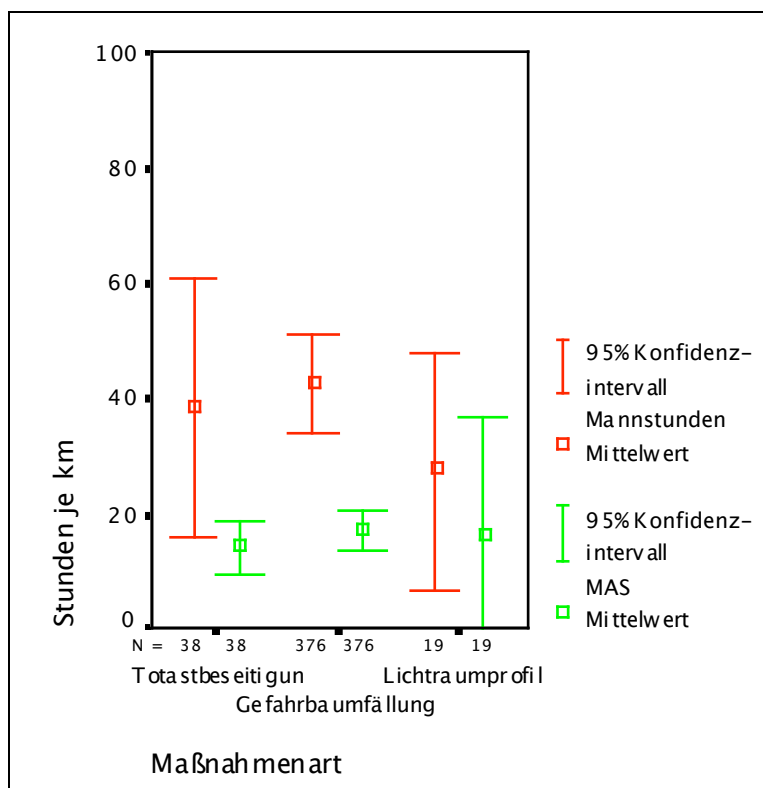


Abb. 23 Zeitaufwand für verschiedene Maßnahmen [h/km]

Der höchste Stundenbedarf für die Durchführung entsteht bei der am häufigsten angewandten Maßnahme Gefahrbaumfällung. Nur knapp darunter rangiert die Maßnahme Totastbeseitigung, während die relativ selten angeführte Maßnahme „Freischneiden des Lichtraumprofils“ deutlich unter dem Stundenbedarf der Gefahrbaumfällung liegt. Die angefallenen Maschinenarbeitsstunden liegen in der Größenordnung deutlich unter den jeweilig anfallenden Arbeitsstunden. Die Bedeutung des Maschineneinsatzes beim Freischneiden des Lichtraumprofils bildet

hier eine Ausnahme. Hier fallen nur geringfügig weniger Maschinenarbeitsstunden an. Dieser Umstand kann darauf zurückgeführt werden, dass für diese Maßnahme häufig spezielle Lichtraumfräsen zur Verfügung stehen, was den Anfall von Maschinenarbeitsstunden erhöht.

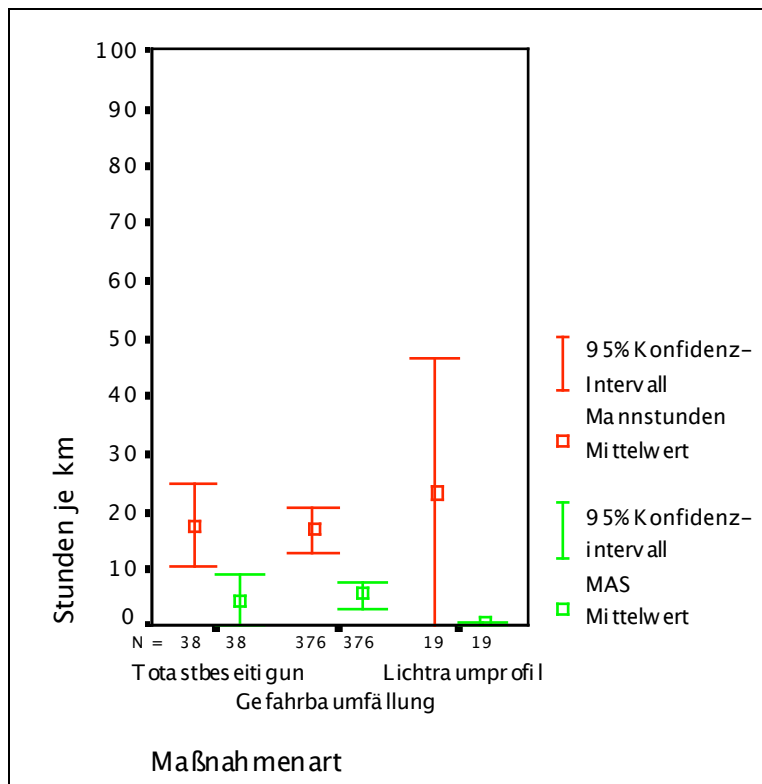


Abb. 24 Zeitaufwand für die Absperrung bei verschiedenen Maßnahmen [h/km]

Ein etwas differenziertes Bild ergibt sich bei der Betrachtung des angefallenen Zeitaufwands für Absperrungen. Während die Mittelwerte für angefallene Absperrungsstunden bei Totastbeseitigung, Gefährbaumfällung annähernd gleich sind, ist bei der Maßnahme "Freischneiden des Lichtraumprofils" eine etwas höhere Anzahl von Absperrungsstunden notwendig.

5.4.3.2 Einflussgrößen auf den Umfang vorbeugender Maßnahmen

Vorbeugende Maßnahmen können sich deutlich voneinander unterscheiden: Je nach Straßenklasse, Baumart, Topographie und Eigentum sowie in Abhängigkeit von externen Faktoren wie Einsatz (jedenfalls für die Forstbetriebe) unentgeltlicher

Arbeitskräfte (Polizei, Feuerwehr, Straßenbauamt) lassen Unterschiede in Art und Intensität der Maßnahmen erwarten. Im folgenden Abschnitt wird der Einfluss verschiedener Parameter auf die Höhe des notwendigen Zeitaufwands für vorbeugende Maßnahmen untersucht.

5.4.3.2.1 Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen nach Baumart

Die verschiedenen Charakteristika unterschiedlicher Baumarten lassen einen Einfluss auf die Höhe des jeweiligen Vorbeugungsaufwandes erwarten. So ist vorstellbar, dass beispielsweise die Baumarten Fichte und Buche einen höheren Aufwand verursachen als die Baumarten Kiefer oder Eiche, weil Schadorganismen wie z.B. Fäulen für Splintholzbaumarten ein höheres Risiko darstellen als für Kernholzbaumarten. Dieses höhere Risiko, so die Hypothese, müsste sich in der Höhe der Aufwendungen widerspiegeln.

In nachfolgender Abbildung ist die Größenordnung vorbeugender Verkehrssicherungsaufwendungen für die vier Baumarten Fichte, Kiefer, Buche und Eiche dargestellt. Gegenstand der Abbildung sind angefallene Arbeitsstunden und Maschinenarbeitsstunden.

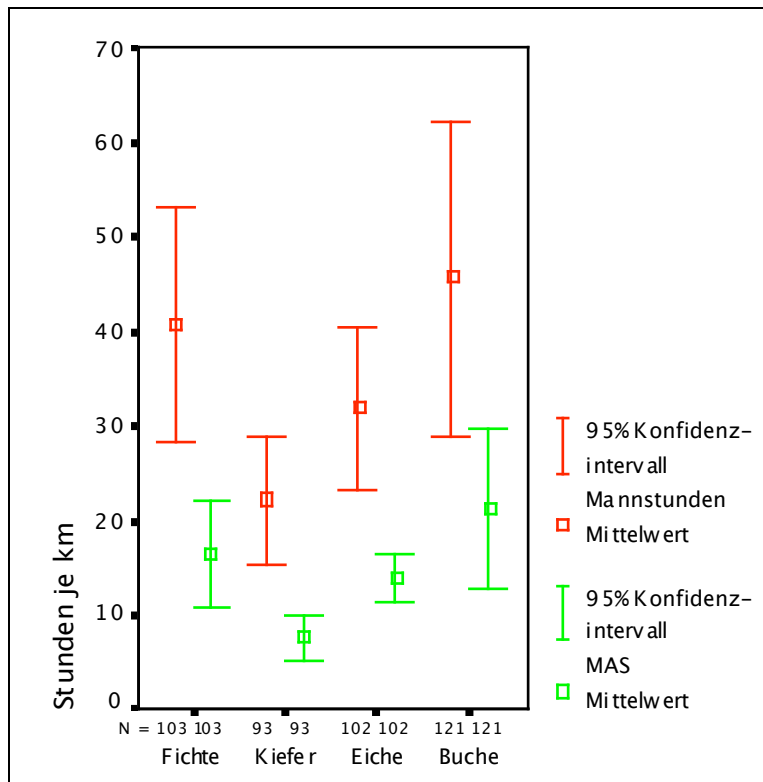


Abb. 25 Arbeitstunden bei vorbeugenden Maßnahmen nach Baumarten [h/km]

Erwartungsgemäß verursachen Eiche und Kiefer einen etwas geringeren, Buche und Fichte einen etwas höheren Aufwand bei vorbeugenden Maßnahmen. In den beiden nächsten Tabellen sind die Ergebnisse detailliert wiedergegeben.

		Arbeits- stunden [h/km]	MAS [h/km]	Absperrung eigene Arbeiter [h/km]	Absperrung drittfinanzierte Arbeiter [h/km]
Fichte	N	103	103	103	103
	Ø	40,74	16,49	14,94	2,57
	σ	63,69	29,24	27,62	10,47
	Std. Fehler	6,28	2,88	2,88	1,03
Kiefer	N	93	93	93	93
	Ø	22,23	7,44	14,88	6,7
	σ	32,74	11,39	45,33	37,7
	Std. Fehler	3,39	1,18	4,7	3,91
Eiche	N	102	102	102	102

	Ø	31,81	13,90	13,37	3,8
	σ	44,52	13,79	20,31	12,08
	Std. Fehler	4,41	1,37	2,01	1,2
Buche	N	121	121	121	121
	Ø	45,64	21,20	17,33	6
	σ	93,15	46,68	38,02	17,25
	Std. Fehler	8,47	4,24	3,45	1,56

Tab. 39 Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen nach Baumarten

Die Varianzanalyse weist dem Parameter "Baumart" trotz der breiten Streuung der Werte einen hochsignifikanten Einfluss auf die Höhe der erforderlichen Arbeitsstunden und einen schwach signifikanten Einfluss auf die Maschinenarbeitsstunden zu. In der nachfolgenden Kreuztabelle sind die Ergebnisse paarweiser T-Tests für die vier Hauptbaumarten gegenübergestellt.

Arbeitsstunden	Fichte	Kiefer	Eiche	Buche
Fichte		***	**	-
Kiefer			-	*
Eiche				*
Buche				

Tab. 40 Arbeitsstunden bei vorbeugenden Maßnahmen: Signifikante Unterschiede zwischen den Baumarten

MAS	Fichte	Kiefer	Eiche	Buche
Fichte		***	**	-
Kiefer			*	**
Eiche				*
Buche				

Tab. 41 MAS bei vorbeugenden Maßnahmen: Signifikante Unterschiede zwischen den Baumarten

Nachdem der Aufwand für die Durchführung der Maßnahmen näher beleuchtet wurde, soll nun die Hypothese geprüft werden, ob die festgestellten signifikanten

Unterschiede zwischen den Baumarten auch für die mit der Durchführung verbundenen Absperrungsstunden gelten. Nachfolgende Abbildung zeigt die Anzahl der für Absperrungen angefallenen Stunden aufgeschlüsselt nach den vier Hauptbaumarten.

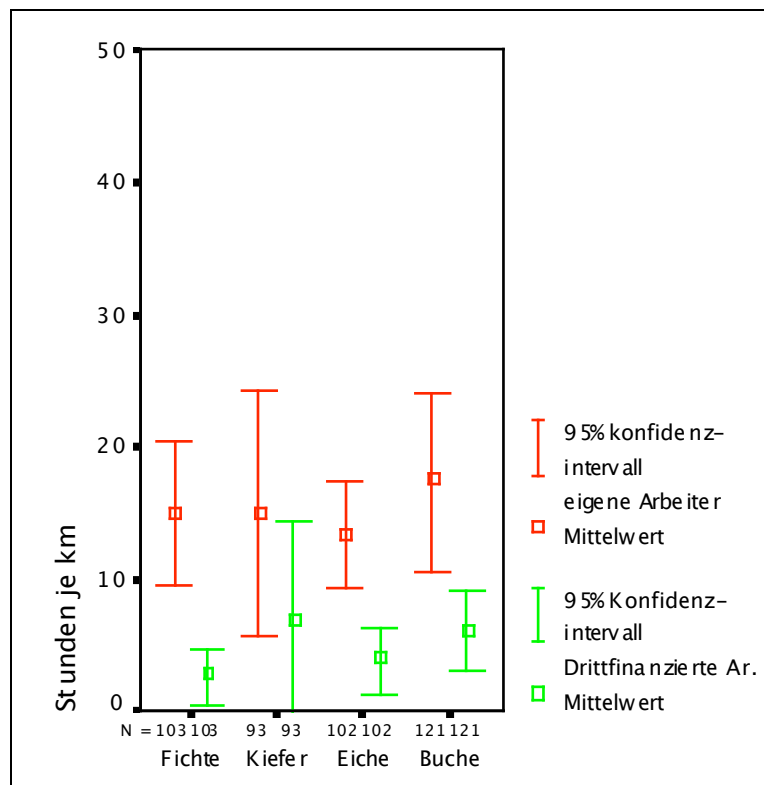


Abb. 26 Absperrung vorbeugender Maßnahmen: Stundenbedarf nach Baumarten

Die überlappenden Konfidenzbereiche lassen bereits bei der optischen Begutachtung vermuten, dass die Unterschiede zwischen den ausgewiesenen Gruppen nicht signifikant sind. Die Varianzanalyse bestätigt diese Vermutung. Demnach kann der Variable „Baumart“ hinsichtlich des notwendigen Aufwandes für Absperrungen kein signifikanter Einfluss zugewiesen werden. Aufgrund der weitgehend ähnlich hohen Mittelwerte und der gleichzeitig breiten Streuung wird auf eine paarweise Gegenüberstellung in Kreuztabellen verzichtet.

5.4.3.2.2 Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen nach Baumhöhe

Die Baumhöhe gehört zu den augenscheinlichsten Merkmalen eines Bestands. Je höher ein Bestand, desto größer ist vermutlich der zu erwartende Zeitaufwand für

vorbeugende Maßnahmen. Den untersuchten Maßnahmen liegen mittlere Baumhöhen von 6 bis 42m zugrunde, das arithmetische Mittel liegt bei 23,20m ($\sigma=6,12$). Eine durchgeführte Varianzanalyse weist dem Parameter „Baumhöhe“ einen hochsignifikanten Einfluss auf die Höhe des Zeitaufwands für zu erwartende Arbeitsstunden ($F=8,249$; Sig. 0,000), Maschinenarbeitsstunden ($F=4,739$; Sig. 0,000) und die Absperrung mit eigenen Arbeitern ($F=4,886$; Sig. 0,000) zu, der Einfluss auf den Einsatz drittfinanzierter Arbeiter ist schwachsignifikant ($F=1,572$; Sig. 0,022).

5.4.3.2.3 Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen in Abhängigkeit von der Wiederholungsfrequenz

Im Kapitel 5.4.3.1.2 ist dargelegt, dass im Schnitt eine Wiederholung von vorbeugenden Maßnahmen an Straßen nach drei Jahren als notwendig erachtet wird. Die Analyse der Einzelmaßnahmen bestätigt diese Einschätzung der Revierleiter. Demnach liegt die letzte Maßnahme im Schnitt um 3,56 Jahre zurück ($\sigma=3,85$). Je länger die letztmalig durchgeführte Vorbeugungsmaßnahme zurückliegt, umso höher ist der Aufwand für die „aktuelle“ Maßnahme. Diese These ist durchaus plausibel, entspricht sie doch der allgemeinen Lebenserfahrung. Tatsächlich wird diese These durch die Varianzanalyse bestätigt. Sie weist der Wiederholungsfrequenz sowohl für die zu erwartenden Mann- wie auch Maschinenarbeitsstunden einen hochsignifikanten Einfluss zu (Arbeitsstunden $F=4,826$, Sig. 0,000; MAS $F=5,515$, Sig. 0,000).

5.4.3.2.4 Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen nach Straßenklassen

Unterschiedliche Straßenklassen lassen einen unterschiedlich hohen Aufwand für vorbeugende Maßnahmen erwarten. So wurde bereits im Kapitel 3.4.1 darauf hingewiesen, dass beispielsweise an stark frequentierten Bundesstrassen grundsätzlich ein höherer Sorgfaltsmaßstab anzulegen ist als an gering frequentierten Gemeindestraßen. Dieser höhere Sorgfaltsmaßstab müsste sich dann auch in einem höheren Aufwand für vorbeugende Maßnahmen widerspiegeln, da sich schließlich die Wiederholungsfrequenz zwischen den Straßenklassen kaum unterscheidet (vgl. Kapitel 5.4.3.1.2).

Abbildung 27 zeigt die unterschiedlich hohen Aufwendungen für vorbeugende Maßnahmen differenziert nach Straßenklassen. Da nur fünf Datensätze für

Bahnstrecken vorliegen, wird auf eine Auswertung für diese Kategorie der Verkehrswege verzichtet.

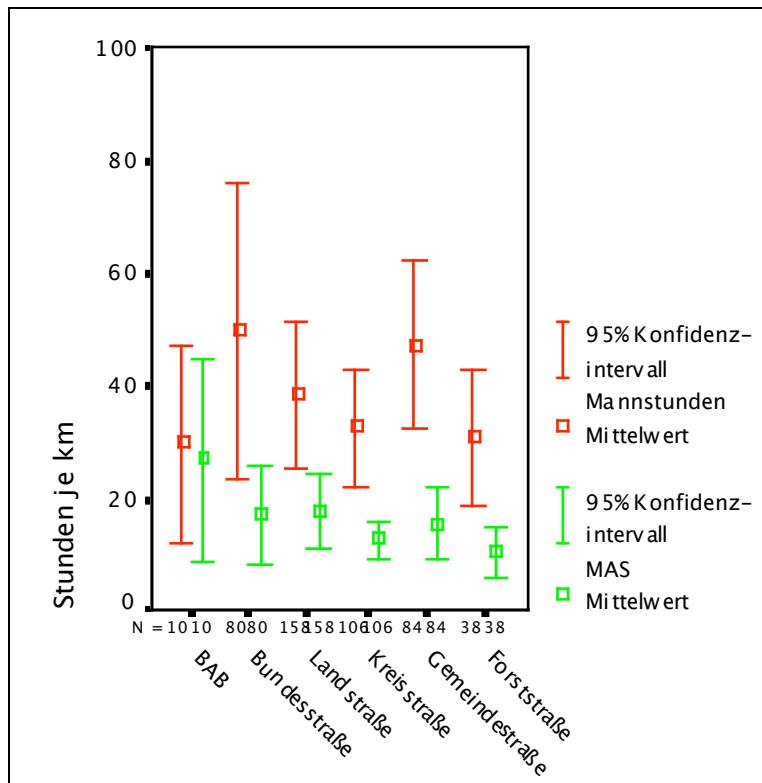


Abb. 27 Arbeitstunden bei vorbeugenden Maßnahmen nach Straßenklassen

Es ist überraschend, dass die Mittelwerte relativ nahe beieinander liegen, wobei die Autobahnen einen niedrigeren und die bundes- und Gemeindestraßen einen höheren Aufwand zu erfordern scheinen. In diesem Zusammenhang ist jedoch die große Streubreite der Werte zu beachten: Eine Varianzanalyse weist keine signifikanten Unterschiede innerhalb der Straßenklassen auf. Die Variable „Straßenklasse“ hat somit auf die Höhe des erforderlichen Vorbeugungsaufwandes keinen signifikanten Einfluss.

Je höher die Verkehrsfrequenz, desto eher erwartet man einen höheren Absperrungsaufwand. Insbesondere stärker frequentierte Straßen können nicht über einen längeren Zeitraum für den Verkehr gesperrt werden. Gerade bei kurzzeitiger Sperrung von Straßen ist häufig der Einsatz von Warnposten erforderlich. Es steht daher zu vermuten, dass sich hinsichtlich des erforderlichen Aufwandes für Absperrungen auch Unterschiede zwischen den Straßenklassen ergeben.

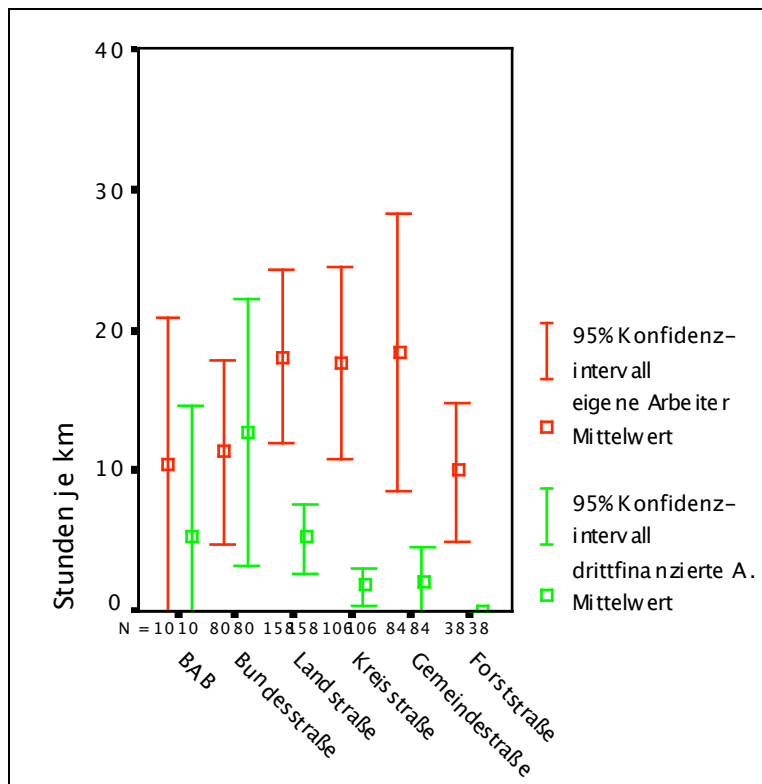


Abb. 28 Stundenbedarf für Absperrungen bei vorbeugenden Maßnahmen nach Straßenklassen

Zunächst fällt auf, dass an Forststraßen keine drittfinanzierten Arbeiter für Absperrmaßnahmen eingesetzt werden. Deren Einsatzbereich sind ausschließlich die öffentlichen Straßen. Dies ist plausibel und entspricht den Erwartungen, sind doch an privaten Forststraßen keine Zuständigkeiten von öffentlichen Straßenbaulastträgern erkennbar. Bei den Bundesstraßen erscheint die Dauer des Einsatzes drittfinanzierter Arbeiter im Schnitt etwas höher als bei eigenen Arbeitern. Wie schon bei dem Zeitaufwand für die Durchführung von Maßnahmen liegen die angefallenen Absperrungsstunden in den unterschiedlichen Straßenklassen relativ nahe beieinander, wobei Bundesautobahn, Bundesstraßen und Forststraßen tendenziell geringere Werte aufzuweisen scheinen als Land-, Kreis- und Gemeindestraßen. Die Unterschiede sind jedoch aufgrund der starken Streuung der Einzelwerte, die über das breite Konfidenzintervall zum Ausdruck kommt, nicht signifikant.

5.4.3.2.5 Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen nach Bundesländern

Die Verwaltungsvorschriften der Bundesländer zum Thema Verkehrssicherung (vgl. Kap. 4) unterscheiden sich beträchtlich. Unterschiedliche Vorschriften können unterschiedlich hohe Aufwendungen für vorbeugende Maßnahmen ergeben. Deshalb werden in nachfolgender Tabelle die Kategorien Durchführung der Maßnahme (Arbeitsstunden und MAS) sowie für die dabei angefallenen Stunden für Absperrungen (eigene und drittfinanzierte Arbeiter) nach Bundesländern stratifiziert.

Stunden je km (einseitig)		Arbeitsstunden	MAS	Absperrung d. eigene A.	Absperrung d. drittfinanzierte A.
Baden-Württemberg	N	19,00	19,00	19,00	19,00
	Ø	52,85	16,95	8,48	2,35
	σ	87,43	26,77	14,18	5,10
	Std.Fehler	20,06	6,14	3,25	1,17
Bayern	N	28,00	28,00	28,00	28,00
	Ø	63,35	20,77	30,39	8,86
	σ	110,42	40,03	68,47	21,90
	Std.Fehler	20,87	7,56	12,94	4,14
Brandenburg	N	40,00	40,00	40,00	40,00
	Ø	18,19	8,62	23,23	,80
	σ	24,56	14,99	61,08	3,38
	Std.Fehler	3,88	2,37	9,66	,53
Hessen	N	67,00	67,00	67,00	67,00
	Ø	27,44	14,84	12,30	2,90
	σ	39,59	21,22	24,43	11,28
	Std.Fehler	4,84	2,59	2,99	1,38
MecklenburgVP	N	29,00	29,00	29,00	29,00
	Ø	32,47	11,60	18,02	17,32
	σ	44,47	15,67	44,06	65,35
	Std.Fehler	8,26	2,91	8,18	12,13
NRW	N	80,00	80,00	80,00	80,00
	Ø	50,47	19,89	17,56	2,95
	σ	85,66	40,54	30,38	11,57
	Std.Fehler	9,58	4,53	3,40	1,29
Niedersachsen	N	49,00	49,00	49,00	49,00
	Ø	59,67	21,32	19,64	7,88
	σ	122,56	21,40	30,96	21,59
	Std.Fehler	17,51	3,06	4,42	3,08
Rheinland-Pfalz	N	46,00	46,00	46,00	46,00
	Ø	44,05	20,38	13,14	4,30
	σ	133,05	66,88	46,10	11,74
	Std.Fehler	19,62	9,86	6,80	1,73
Saarland	N	11,00	11,00	11,00	11,00
	Ø	22,33	8,98	8,42	11,23
		17,54	5,48	17,87	13,17

	Std.Fehler	5,29	1,65	5,39	3,97
Sachsen	N	38,00	38,00	38,00	38,00
	Ø	38,03	12,77	17,19	1,44
	σ	48,48	23,11	23,71	5,53
	Std.Fehler	7,86	3,75	3,85	,90
Sachsen-Anhalt	N	32,00	32,00	32,00	32,00
	Ø	25,02	9,22	11,97	,42
	σ	28,62	11,52	14,30	2,36
	Std.Fehler	5,06	2,04	2,53	,42
Schleswig-Holstein	N	7,00	7,00	7,00	7,00
	Ø	54,52	17,90	15,05	4,29
	σ	48,79	18,00	16,76	11,34
	Std.Fehler	18,44	6,80	6,33	4,29
Thüringen	N	30,00	30,00	30,00	30,00
	Ø	26,35	12,11	6,25	7,84
	σ	39,23	23,14	7,23	20,66
	Std.Fehler	7,16	4,22	1,32	3,77
Total	N	476,00	476,00	476,00	476,00
	Ø	39,78	15,80	16,14	4,83
	σ	79,69	32,64	36,50	20,81
	Std.Fehler	3,65	1,50	1,67	,95

Tab. 42 Stundenbedarf für Durchführung und Absperrung vorbeugender Maßnahmen nach Bundesländern

Die bei vorbeugenden Maßnahmen angefallenen Stunden für Arbeiter und Maschinen unterscheiden sich in den Bundesländern zum Teil beträchtlich. In den Bundesländern Brandenburg, Hessen, Saarland, Sachsen-Anhalt und Thüringen ist der Zeitaufwand vergleichsweise gering, während in Baden-Württemberg, Bayern, Niedersachsen, NRW und Schleswig-Holstein deutlich höhere Werte zu verzeichnen sind.

Um zu klären, ob die unabhängige Variable "Bundesland" einen signifikanten Einfluss auf die Höhe der anfallenden Mann- und Maschinenarbeitsstunden hat, wurde analog zur bisherigen Vorgehensweise eine Varianzanalyse durchgeführt. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede (Arbeitsstunden: $F=1,268$; Sig 0,235; MAS: $F=0,765$, Sig 0,687).

Betrachtet man die Unterschiede innerhalb der einzelnen Bundesländer, so ergeben sich aber durchaus signifikante Unterschiede innerhalb der Teilgruppen. Für jedes Wertepaar wurde ein separater T-Test durchgeführt. So fallen beispielsweise in Bayern und Baden-Württemberg signifikant mehr Arbeitsstunden je km an als

beispielsweise in Brandenburg und Sachsen-Anhalt. Hierbei ist zu beachten, dass in den beiden erstgenannten Bundesländern vorwiegend Privatwaldreviere an der Untersuchung beteiligt sind (vgl. Kap. 5.2.4), das Ergebnis der Auswertungen nach Besitzarten kann hier einen Erklärungsbeitrag leisten (vgl. Kap. 5.4.3.2.6). Die beiden nachfolgenden Kreuztabellen stellen die paarweisen Vergleiche detailliert dar.

	Baden-Württemberg	Bayern	Brandenburg	Hessen	MecklenburgVP	Niedersachsen	NRW	Rheinland-Pfalz	Saarland	Sachsen	Sachsen-Anhalt	Schleswig-Holstein	Thüringen
Baden-Württ.	-	-	***	**	*	-	-	-	*	*	**	-	**
Bayern		-	***	***	**	-	*	-	**	**	***	-	***
Brandenburg			-	*	**	*	*	-	-	**	-	*	-
Hessen				-	-	*	-	-	-	-	-	-	-
MecklenburgVP					-	*	-	-	-	-	-	-	-
Niedersachsen						-	-	-	-	-	-	-	-
NRW							-	-	-	-	-	-	-
Rheinland-Pfalz								-	-	-	-	-	-
Saarland									-	-	-	*	-
Sachsen										-	-	-	-
Sachsen-Anhalt											-	-	-
Schleswig-Holstein												-	-
Thüringen													-

Tab. 43 Arbeitsstunden für vorbeugende Maßnahmen: Signifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern

	Baden-Württemberg	Bayern	Brandenburg	Hessen	MecklenburgVP	Niedersachsen	NRW	Rheinland-Pfalz	Saarland	Sachsen	Sachsen-Anhalt	Schleswig-Holstein	Thüringen
Baden-Württemberg	-	-	*	-	-	-	-	-	*	-	**	-	-
Bayern	-	-	**	-	*	-	-	-	*	-	**	-	-
Brandenburg	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-
Hessen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MecklenburgVP	-	-	-	-	-	*	-	-	*	-	*	-	-
Niedersachsen	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	**	-	-
NRW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rheinland-Pfalz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saarland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-
Sachsen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sachsen-Anhalt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schleswig-Holstein	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thüringen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 44 Maschinenarbeitsstunden für vorbeugende Maßnahmen: Signifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern

Der Einfluss der Variable „Bundesland“ auf die Anzahl der für Absperrungen erforderlichen Stunden ist nach dem Ergebnis einer Varianzanalyse nicht signifikant (Absperrung durch eigene Arbeiter $F=0,954$, Sig 0,492; Absperrung durch drittfinanzierte Arbeiter $F=1,670$, Sig. 0,070). Insbesondere bei der Absperrung durch drittfinanzierte Arbeiter lässt das knapp nicht mehr signifikante Ergebnis der Varianzanalyse eine detaillierte Betrachtung durch paarweise T-Tests lohnend erscheinen. Das Ergebnis der T-Tests ist in nachfolgenden Kreuztabellen dargestellt.

	Baden-Württemberg	Bayern	Brandenburg	Hessen	MecklenburgVP	Niedersachsen	NRW	Rheinland-Pfalz	Saarland	Sachsen	Sachsen-Anhalt	Schleswig-Holstein	Thüringen
Baden-Württemberg	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**
Bayern		-	-	***	-	*	**	*	-	**	**	-	***
Brandenburg			-	*	-	-	*	-	-	-	*	-	**
Hessen				-	*	-	-	-	-	-	-	-	*
MecklenburgVP					-	-	-	-	-	-	*	-	**
Niedersachsen						-	-	-	-	-	-	-	**
NRW							-	-	-	-	-	-	**
Rheinland-Pfalz								-	-	-	-	-	-
Saarland									-	-	-	-	-
Sachsen										-	*	-	***
Sachsen-Anhalt											-	-	*
Schleswig-Holstein												-	**
Thüringen													-

Tab. 45 Absperrungsstunden durch eigene Arbeiter: Signifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern

	Baden-Württemberg	Bayern	Brandenburg	Hessen	MecklenburgVP	Niedersachsen	NRW	Rheinland-Pfalz	Saarland	Sachsen	Sachsen-Anhalt	Schleswig-Holstein	Thüringen
Baden-Württemberg.	-	**	*	-	*	*	-	-	*	-	**	-	*
Bayern	-	-	***	*	-	-	**	*	-	***	***	-	-
Brandenburg	-	-	-	*	**	***	*	***	***	-	-	**	***
Hessen	-	-	-	-	**	**	-	-	-	-	*	-	**
MecklenburgVP	-	-	-	-	-	*	***	**	-	**	**	-	-
Niedersachsen	-	-	-	-	-	-	**	-	-	**	***	-	-
NRW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	*
Rheinland-Pfalz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	***	-	-
Saarland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	***	-	-
Sachsen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	**
Sachsen-Anhalt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	***	***
Schleswig-Holstein	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thüringen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 46 Absperrungsstunden durch drittfinanzierte Arbeiter: Signifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern

Zusätzlich soll die Hypothese getestet werden, wonach sich unterschiedliche Regelungsdichten der Bundesländer auf die Höhe der anfallenden vorbeugenden Maßnahmen auswirken. Zu diesem Zweck wurden analog zum Vorgehen im Kapitel 5.3.3.4 T-Tests durchgeführt. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle wiedergegeben.

	N	Ø (h/km)	Signifikanzniveau
Arbeitsstunden an öffentlichen Straßen			
Hohe Regeldichte	227	37,99	0,37
Geringe Regeldichte	249	41,42	
Maschinenarbeitsstunden an öffentlichen Straßen			
Hohe Regeldichte	227	15,59	0,55
Geringe Regeldichte	249	15,98	
Absperrungsstunden durch eigene Arbeiter			
Hohe Regeldichte	227	14,51	0,12
Geringe Regeldichte	249	17,61	
Absperrungsstunden durch drittfinanzierte Arbeiter			
Hohe Regeldichte	227	4,36	0,58
Geringe Regeldichte	249	5,25	

Tab. 47 Unterschiede beim Vorbeugungsaufwand in Abhängigkeit von der Regeldichte der Bundesländer

Wie schon im Kapitel 5.3.3.4 können keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Demnach scheint die Regeldichte der Bundesländer keinen Einfluss auf die Höhe der anfallenden Aufwendungen für vorbeugende Maßnahmen zu haben.

5.4.3.2.6 Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen nach Besitzart

Sicherheitsphilosophien können sich in den zu unterschiedlichen Waldbesitzarten zählenden Forstbetrieben systematisch unterscheiden. Insbesondere ist vorstellbar, dass die Länder als Selbstversicherer ein anderes Risikobewusstsein aufweisen als kommunale oder private Forstbetriebe mit einer Betriebshaftpflichtversicherung. So würde wohl die Hypothese sicherlich von vielen Fachleuten als plausibel beurteilt, dass im Privatwald bei der Verkehrssicherung größere Sparsamkeit herrscht, welcher Zusammenhang von der Assekuranz als „moral hazard“ nach Abschluss einer Versicherung bezeichnet wird. In nachfolgender Tabelle sind die Unterschiede zwischen den Besitzarten aufgeführt.

		N	Ø	σ	Std. Fehler
Arbeitsstunden je km	Staatswald	274	35,99	61,15	3,69
	Kommunalwald	46	47,34	132,86	19,59
	Privatwald	70	54,72	114,09	13,64
	Mischrevier	80	37,37	59,16	6,61
	Total	470	40,12	80,14	3,70
MAS je km	Staatswald	274	13,87	19,44	1,17
	Kommunalwald	46	22,27	66,92	9,87
	Privatwald	70	18,85	46,96	5,61
	Mischrevier	80	16,24	23,97	2,68
	Total	470	15,84	32,84	1,51
Absperrung in h durch eigene Arbeiter je km	Staatswald	274	16,65	33,26	2,01
	Kommunalwald	46	13,29	45,01	6,64
	Privatwald	70	19,25	49,89	5,96
	Mischrevier	80	13,21	28,64	3,20
	Total	470	16,12	36,70	1,69
Absperrung in h durch drittfinanzierte Arbeiter je km	Staatswald	274	4,91	24,77	1,50
	Kommunalwald	46	3,60	10,57	1,56
	Privatwald	70	4,27	14,48	1,73
	Mischrevier	80	6,11	15,26	1,71
	Total	470	4,89	20,93	,97

Tab. 48 Unterschiede bei vorbeugenden Maßnahmen nach Besitzart

Im Privatwald scheinen mit rund 55 Arbeitsstunden deutlich mehr Arbeitstunden für die Durchführung von vorbeugenden Maßnahmen anzufallen als beispielsweise im Staatswald. Erwartet hätte man eher das Gegenteil. Dagegen wird anscheinend im Kommunalwald mehr mit Maschinen gearbeitet als im Privat- und Staatswald. Bei den Absperrungsstunden fällt auf, dass Staatswaldreviere eine geringere Anzahl von Stunden für die Absperrung aufweisen als Privatwaldreviere. Der höhere Maschineneinsatz in privaten Forstbetrieben scheint keine Reduzierung der Absperrungsstunden zu bewirken. Grundsätzlich scheint in privaten Forstbetrieben trotz oder auch wegen einer in sicherlich vielen Fällen gegebenen Absicherung über

eine Betriebshaftpflicht ein ausgeprägtes Risikobewusstsein vorhanden zu sein. Insbesondere dann, wenn die Deckungssumme der Versicherung kleiner als die zu erwartende Schadenhöhe eines Worst-Case-Szenarios ist, könnte dies ein Grund für die Risikosensibilität der privaten Forstbetriebe sein. Ein weiterer Grund ist selbstverständlich die Berücksichtigung der jeweiligen Schadenerfahrung und zu erwartenden Schadenentwicklung bei der betriebspezifischen Prämienfindung durch den Betriebshaftpflichtversicherer, wodurch wirksame Anreize zur Schadenverhütung gesetzt werden.

Die Einzelwerte weisen eine große Streuung auf. Eine Varianzanalyse erbringt das Ergebnis, dass die dargestellten Unterschiede nicht signifikant sind (Arbeitsstunden: $F=1,175$, Sig. 0,319; MAS: $F=1,119$, Sig. 0,341; Absperrung eigene Arbeiter: $F=0,446$, Sig. 0,720; Absperrung drittfinanzierte Arbeiter $F=0,168$, Sig. 0,918).

5.4.3.2.7 Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen nach Topographie

Es ist allgemein bekannt, dass die Arbeit in Hanglagen oft anstrengender und zeitaufwendiger ist als eine vergleichbare Arbeit im Flachland. Unterschiedliche topographische Verhältnisse lassen deshalb einen unterschiedlich hohen Aufwand für vorbeugende Maßnahmen erwarten. In nachfolgender Tabelle ist der Zeitaufwand für Mann- und Maschinenarbeitsstunden sowie für Absperrungen dargestellt, wobei nach den jeweils vorherrschenden topographischen Gegebenheiten unterschieden wird.

		N	Ø	σ	Std-Fehler
Arbeitsstunden je km	Mittelgebirge	248	45,21	91,35	5,80
	Flachland	228	33,88	64,35	4,26
	Total	476	39,78	79,69	3,65
MAS je km	Mittelgebirge	248	17,57	37,31	2,37
	Flachland	228	13,87	26,60	1,76
	Total	476	15,80	32,64	1,50
Absperrung durch eigene Arbeiter [h/km]	Mittelgebirge	248	15,85	35,03	2,22
	Flachland	228	16,45	38,11	2,52
	Total	476	16,14	36,50	1,67
Absperrung durch drittfinanzierte Arbeiter [h/km]	Mittelgebirge	248	4,23	13,26	0,84
	Flachland	228	5,48	26,72	1,77
	Total	476	4,83	20,81	,95

Tab. 49 Unterschiede beim Vorbeugungsaufwand nach Topographie [h/km]

Zwischen Flachland und Mittelgebirge scheinen im Bereich der angefallenen Arbeitsstunden deutliche Unterschiede zu bestehen: So fallen in Flachlandrevieren mit durchschnittlich 34 Stunden im Vergleich zu Mittelgebirgsrevieren mit 45 Stunden deutlich weniger Stunden an. Das gleiche gilt für den Einsatz von Maschinen, im Flachland fallen rund 14, im Mittelgebirge rund 18 MAS je km an. Der Einsatz eigener wie auch drittfinanzierter Arbeiter für Absperrungen unterscheidet sich in der Höhe dagegen nur unwesentlich. Anscheinend erfordert aber die Arbeit an Hängen einen höheren Aufwand, was sich auf den Umfang der vorbeugenden Maßnahmen auswirkt.

Um zu überprüfen, ob die dargestellten Unterschiede signifikant sind, wurden T-Tests mit dem Ergebnis durchgeführt, dass die dargestellten Unterschiede nicht signifikant sind (Arbeitsstunden: $F=3,668$, Sig. 0,056; MAS: $F=1,804$; Sig. 0,180; Absperrung eigene Arbeiter: $F=0,016$; Sig. 0,898; Absperrung drittfinanzierte Arbeiter $F=2,118$, Sig. 0,146). Die eingangs aufgestellte Hypothese, der Aufwand für vorbeugende Maßnahmen sei je nach Topographie unterschiedlich, kann deshalb verworfen werden.

5.4.4 Maschineneinsatz im Zuge forstlicher Maßnahmen

5.4.4.1 Art der eingesetzten Maschinen

Forstliche Sicherungsmaßnahmen sind heute in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle mit Maschineneinsatz verbunden. Die in Kapitel 5.4.3 untersuchten Maßnahmen werden zu rund 90% mit Maschinenunterstützung durchgeführt.

Besonders im Hinblick auf die anschließende Abschätzung des Verkehrssicherungsaufwandes (vgl. Kap. 6) interessiert, welche Maschinentypen bei forstlichen Sicherungsmaßnahmen zum Einsatz kommen. Nachfolgende Tabelle zeigt den Einsatz der einzelnen Maschinentypen differenziert nach Straßenklassen.

Maschineneinsatz	N	Seilschlepper	Hebebühne	Harvester	andere
An BAB	43	91%	7%	2%	-
An öffentlichen Straßen (ohne BAB)	385	88%	8%	3%	1%
An Forststraßen	280	93%	3%	3%	1%
An Bahnstrecken	86	92%	2%	4%	2%

Tab. 50 Maschineneinsatz bei forstlichen Verkehrssicherungsmaßnahmen nach Straßenklassen

Das Ergebnis ist sehr einheitlich. Auf die separate Ausweisung der Kategorie „Sonstige Straßen“ (vorwiegend Rad- und Wanderwege) wird aufgrund der geringen Anzahl von Nennungen und der großen Ähnlichkeit mit der Kategorie „Forststraßen“ verzichtet. Über alle Straßenklassen hinweg wird mit weitem Abstand am häufigsten der Seilschlepper verwendet (in rund 90% der Nennungen). Deutlich seltener kommen Harvester (2-4% der Nennungen) und Hebebühne (2-8% der Nennungen) zum Einsatz. In sehr geringem Umfang (<2%) werden weiterhin Drehleitern, Bagger, Lichtraumfräsen, Frontlader mit Korb oder mechanische Hilfsmittel wie z.B. der Greifzug verwendet.

Der Grund für die klare Vorrangstellung von Seilschleppern ist wohl darin zu sehen, dass der Seilschlepper in den allermeisten Revieren zur Standardausrüstung gehört. Bemerkenswert ist, dass Harvester anscheinend nur in sehr begrenztem Umfang zu Sicherungsmaßnahmen herangezogen werden. Die Hebebühne wird in ähnlich

seltenem Maße zu Einsätzen herangezogen wie der Harvester. Es stellt sich die Frage, ob dieser Umstand auf die mangelnde Verfügbarkeit von Hebebühnen zurückgeführt werden kann, oder ob der Grund eher auf die damit verbundenen Kosten zurückgeführt werden kann. Die Beseitigung einzelner Totäste dürfte meist vergleichsweise teuer sein. Es ist möglicherweise in der Mehrzahl der Fälle wirtschaftlicher, den betreffenden Gefahrenbaum im Ganzen zu fällen.

5.4.4.2 Herkunft der eingesetzten Maschinen

Im Zusammenhang mit dem Maschinentyp wurde nach der Herkunft des jeweiligen Gerätes gefragt. In der nachfolgenden Tabelle ist das Ergebnis in Prozentwerten dargestellt.

Herkunft in % der Nennungen	BAB	Öffentliche Straßen	Bahn-Strecken	Forst-Straßen
Unternehmer	73,8	76,4	64,7	75,4
Maschinenring	4,8	1,0	0	0,3
Eigenbesitz	21,4	22	35,3	23,9
Feuerwehr	0	0,3	0	0,3
Straßenmeisterei	0	0,3	0	0
Total	100	100	100	100

Tab. 51 Herkunft der zu Sicherungsmaßnahmen eingesetzten Maschinen

Vorwiegend stehen die Maschinen im Eigentum eines Unternehmers, an zweiter Stelle handelt es sich um forstbetriebseigene Maschinen. Die Herkunft aus Maschinenringen spielt bei den eingesetzten Maschinen eine eher untergeordnete Rolle. Die Herkunft von Feuerwehr und von Straßenbaubehörden erscheint mit jeweils weniger als einem Prozent vernachlässigbar.

5.4.5 Outsourcing vorbeugender Maßnahmen

Wie bereits im Kapitel 5.3.8 stellt sich die Frage, inwieweit Forstbetriebe diese speziellen Tätigkeiten, die nicht zum eigentlichen Kerngeschäft eines Forstbetriebs gehören, auf Dritte übertragen. Vorliegende Untersuchung zeigt, dass vorbeugende Verkehrssicherungsmaßnahmen an Straßen in nur begrenztem Umfang an externe

Unternehmen vergeben werden. In rund 71% aller Reviere werden vorbeugende Maßnahmen ausschließlich in eigener Regie ausgeübt. Rund 15% aller Befragten vergeben bis zu 30% der anfallenden Maßnahmen an externe Firmen. In nur 6% aller Reviere werden vorbeugenden Maßnahmen in einer Größenordnung von 30 bis 60% der anfallenden Maßnahmen vergeben. 8% der Revierleiter vergeben den Großteil an externe Firmen (>60%).

In denjenigen Fällen, in denen Maßnahmen an Unternehmer vergeben werden, sind Gefahrenbaumfällung (43% aller Nennungen), Totastbeseitigung (19%) und deren Kombination (21%) die am häufigsten vergebenen Maßnahmearten. Das Freischneiden des Lichtraumprofils (15%) sowie einzelne Seilzugarbeiten (2%) werden seltener vergeben.

Verkehrssicherung ist also weiterhin eine Domäne des eigenen Personals. Der bereits bei der Kontrolle der Verkehrssicherheit (vgl. Kapitel 5.3.8) gewonnene Eindruck bestätigt sich, dass Verkehrssicherung nur in sehr begrenztem Umfang in den Revieren an Unternehmer vergeben wird. Der geringe Anteil derjenigen Reviere, in denen vorbeugende Maßnahmen in größerem Stil an Unternehmer vergeben werden, steht im Widerspruch zu dem ansonsten deutlich höheren durchschnittlichen Unternehmereinsatz in konventionellen Holzerntebereichen. Möglicherweise sehen viele Revierleiter in der diffizilen Thematik rund um Verkehrssicherung eine Herausforderung, die es selbst zu meistern gilt. Eine andere Erklärung wäre die häufig festzustellende Unsicherheit in Forstbetrieben zum Thema Verkehrssicherung: Es ist möglich, dass Forstbetriebe diese verantwortungsvolle Aufgabe lieber eigenem Personal übertragen. Angesichts eines gegebenen Haftungsanspruchs ist jedoch in diesem Fall für den Arbeitgeber eine Exkulpation schwieriger als im Fall eines mit der Maßnahme betrauten Unternehmers (Haftung aufgrund eines schuldrechtlichen Vertrags, vgl. Kapitel 3.1.3.2).

5.4.6 Kooperation mit anderen Behörden oder Einrichtungen

56% aller Reviere arbeiten bei vorbeugenden Maßnahmen ohne Unterstützung durch andere Behörden oder Einrichtungen (Straßenbauamt, Bauhof, Feuerwehr o.ä.). In 29% der Reviere wird in rund 10-30% aller Fälle mit Dritten kooperiert. 8% der Befragten beteiligen andere Behörden oder Einrichtungen bei 30 bis 60% aller Maßnahmen, in lediglich 5% der Reviere findet sich eine intensivere Kooperation mit den genannten Einrichtungen.

In 70% der Fälle tragen ausschließlich die Forstbetriebe die Kosten für gemeinschaftlich durchgeführte Maßnahmen. In 7% aller Reviere übernehmen die beteiligten Behörden einen Teil der Kosten für geleistete Hilfeleistungen. Die vollen Kosten für geleistete Hilfe übernehmen die extern Beteiligten in 23% der Fälle. Hierbei übernehmen beteiligte Behörden/Einrichtungen vornehmlich die Kosten für eigenes Personal bei Absperrungen (18%). In selteneren Fällen werden aber auch die Kosten für das Freischneiden von Lichtraumprofil (2%) und in Einzelfällen für Totastbeseitigungen (1%) übernommen. Die verbleibenden 2% verteilen sich auf Hilfeleistungen wie die Bereitstellung von Verkehrsschildern und gemeinsame Begehungen.

In Revieren, in denen beteiligte Behörden und Einrichtungen noch zumindest einen Teil der Kosten übernehmen, äußern sich viele Revierleiter pessimistisch zu einer künftig fortdauernden Kostenübernahme. Vielfach wird unter Verweis auf entsprechende Gespräche die Vermutung geäußert, dass eine künftige Unterstützung aufgrund knapper Haushaltsmittel der kooperierenden Behörden/Einrichtungen nicht mehr möglich sein wird.

5.4.7 Verwaltungsaufwand forstlicher Verkehrssicherungsmaßnahmen

Forstliche Verkehrssicherungsmaßnahmen verursachen neben den tatsächlich anfallenden Arbeitsstunden zusätzlichen Zeitaufwand für Planung und Verwaltung dieser Maßnahmen. Zusätzliche Arbeitstunden fallen insbesondere an, wenn andere Institutionen informiert werden müssen (z.B. Straßenbauamt, Feuerwehr).

Die konkreten Planungs- und Verwaltungsarbeiten werden in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle (92%) von Revierleitern durchgeführt. Daneben werden in meist geringfügigem Umfang in knapp 17% der Reviere zusätzlich Waldarbeiter und in 2% der Reviere Dritte, v.a. Bürokräfte, mit Verwaltungs- und Planungsaufgaben betraut. Der Revierleiter spielt jedoch beim Verwaltungs- und Planungszeitaufwand die entscheidende Rolle.

Analog zu der durchgeführten Analyse der Verwaltungsaufwendungen für Kontrollen (vgl. Kap. 5.3.9) wird auch der Verwaltungsaufwand für die Durchführung forstlicher Verkehrssicherungsmaßnahmen auf die einheitliche Bezugsgröße „Stunden je km öffentliche Straßen und Bahnstrecken“ bezogen.

Verwaltungszeitaufwand in Stunden je km öffentlicher Straßen und Bahnstrecken und Jahr	
N	392
Median	0,69
Ø	3,69
σ	26,63
Standardfehler	1,35

Tab. 52 Zeitaufwand für Planung und Verwaltung forstlicher Verkehrssicherungsmaßnahmen

Im Schnitt fallen jährlich 3,7 Stunden als Planungs- und Verwaltungszeitaufwand je km öffentliche Straßen und Bahnstrecken an. Damit liegt der Wert mehr als dreifach so hoch wie bei der Kontrolle der Verkehrssicherheit (vgl. Kapitel 5.3.9, Tab. 18). Hält man sich beispielsweise die notwendigen und häufig zeitintensiven Genehmigungsverfahren bei Straßensperrungen vor Augen, so erscheint dieser Wert durchaus plausibel.

5.5 Sicherungsmaßnahmen im Rahmen regulärer Holzernte an Straßen

5.5.1 Definition

Holzerntemaßnahmen sind besonderen Sicherheitsvorschriften unterworfen. Die grundlegende Sicherheitsvorschrift ist die Unfallverhütungsvorschrift Forsten (UVV GUV 1.13). Als Gefährdungsbereich bei der Holzernte gilt grundsätzlich „die Kreisfläche mit einem Halbmesser von mindestens der zweifachen Baumlänge um den zu fällenden Stamm“ (§ 5 Abs. 2 UVV GUV 1.13). Aufgrund dieser Regelung sind bei der Holzernte in der Nähe von Straßen, d.h. in einem Korridor von mindestens zwei Baumlängen Tiefe, Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

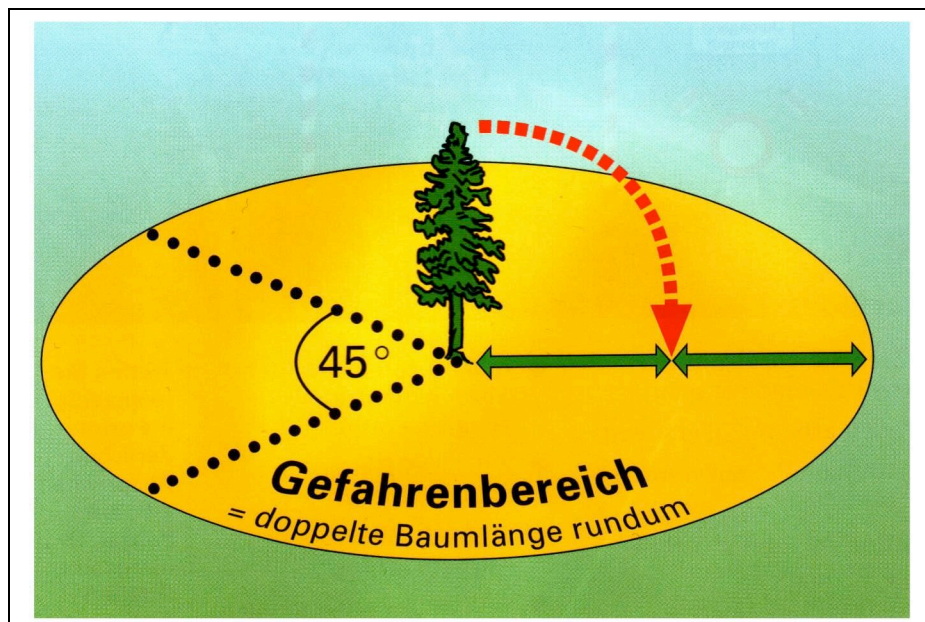


Abb. 29 Gefahrenbereich bei der Holzernte

(Quelle: Broschüre des BLB zur Waldarbeit)

Grundsätzlich stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

1. Absicherung des Baumes: Hierbei sieht die UVV die Möglichkeit vor, über eine Absicherung mittels Seilwinde oder Seilzug den Gefährdungsbereich eines Baumes zu reduzieren. Bei einer Absicherung mit Seilwinde oder Seilzug ist der Gefährdungsbereich auf einen Halbkreis in Zugrichtung mit der zweifachen Baumlänge reduziert (Erl. Nr.2 zu § 5 Abs. 7 UVV GUV 1.13). Bei entsprechender Wahl der Zugrichtung (im 90° Winkel weg von der Straße) liegt die Straße nicht mehr

im Gefährdungsbereich.

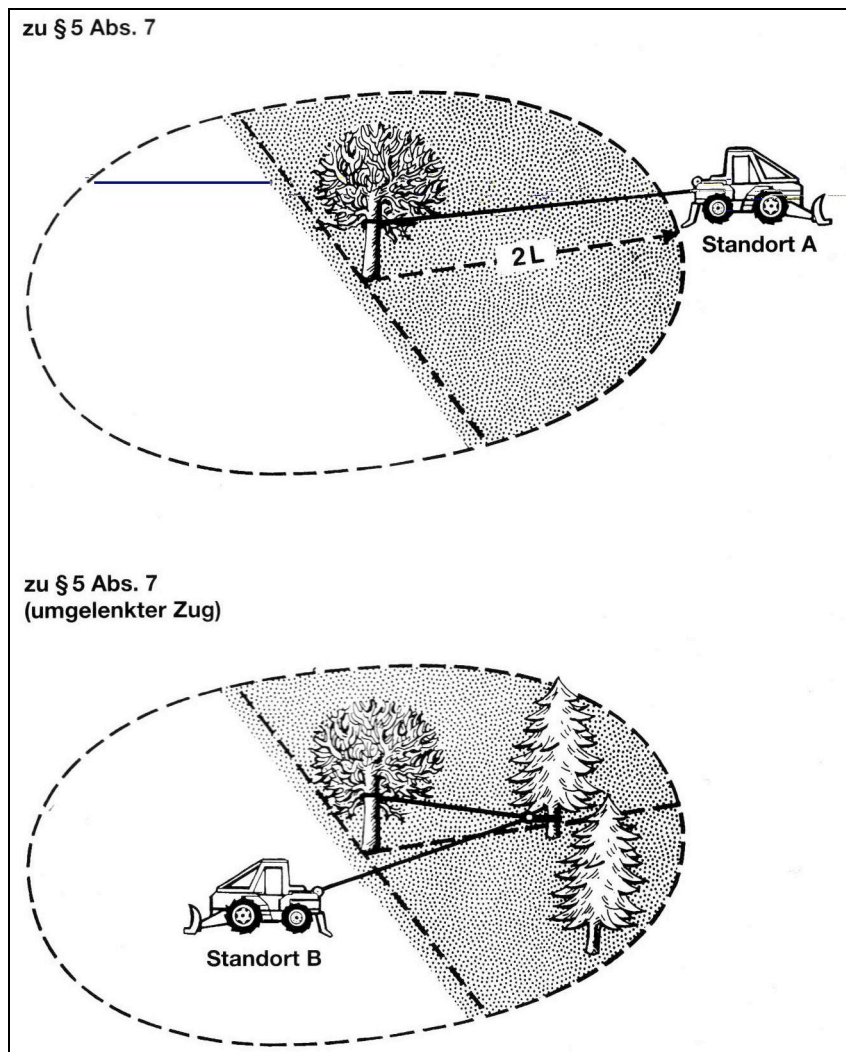


Abb. 30 Reduzierter Gefahrenbereich bei Seilwindeneinsatz

(Quelle: GUV 1.13 UVV Forsten)

2. Sperrung der Straße: Über eine Absperrung wird sichergestellt, dass sich ausschließlich die mit der Fällung beschäftigten Personen im Fallbereich des Baumes aufhalten. Damit wird die zentrale Forderung des § 5 Abs. 2 UVV GUV 1.13 erfüllt. Die Art der erforderlichen Sperrung ist v.a. abhängig von der betroffenen Straßenklasse. Während es an von Erholungssuchenden selten benutzten Forststraßen ausreichen mag, Warnschilder aufzustellen und mit Trassierband abzusperren, so ist insbesondere an öffentlichen Straßen die Absperrung mit Warnposten meist unumgänglich.

5.5.2 Verkehrsrechtliche Bestimmungen bei Sperrung von öffentlichen Straßen

Bei der Absperrung von Straßen sind die einschlägigen Regelungen aus der Straßenverkehrsordnung (STVO) zu beachten. Grundsätzlich bedarf eine Sperrung einer öffentlichen Straße der Genehmigung. Nach § 45 Abs. 6 STVO erteilt die in Abhängigkeit von der Straßenklasse zuständige Straßenverkehrsbehörde die Genehmigung (vgl. Tab. 53).

Straßenklasse	Straßenverkehrsbehörde
Autobahn	Autobahndirektion
Bundestrassen	Kreisverwaltungsbehörde
Land- und Staatsstraßen	Kreisverwaltungsbehörde
Kreisstraßen	Kreisverwaltungsbehörde
Gemeindestraßen	Gemeinde

Tab. 53 Verkehrsrechtliche Zuständigkeiten nach Straßenklassen

Die Genehmigung ist rechtzeitig vor Beginn der Holzerntearbeiten schriftlich zu beantragen. Im Genehmigungsbescheid sind meist detaillierte Vorgaben enthalten, die es zu beachten gilt. In aller Regel ist die Anlage eines sog.

Geschwindigkeitstrichters gefordert, der die zulässige Höchstgeschwindigkeit von beispielsweise 80 km/h über 60 auf 40 km/h drosselt. Neben der verkehrsrechtlichen Anordnung ist grundsätzlich auch die Bereitstellung von Verkehrsschildern, Ampelanlagen (die von mittels Funk in Verbindung stehenden Warnposten bedient werden) und sonstigem Gerät oder Personal kostenpflichtig. Die Kostenlast liegt beim Forstbetrieb.

5.5.3 Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte an öffentlichen Straßen

5.5.3.1 Kritische Baumhöhe

Analog zum Vorgehen bei der Feststellung der kritischen Kontrollhöhe wurde im Rahmen der Untersuchung nach der Höhe gefragt, ab der eine Absicherung der Bäume im Rahmen regulärer Holzerntemaßnahmen notwendig ist. Nachfolgend sind die Werte für die Baumarten Fichte, Kiefer, Buche und Eiche dargestellt. Für nähere Informationen vgl. Anhang (Kap. 10.3.2).

Baumart	Ø	σ	Std.Fehler
Fichte	12,3	4,21	0,29
Kiefer	12,5	4,15	0,39
Buche	12,6	4,71	0,33
Eiche	13,0	5,02	0,52

Tab. 54 Absicherung: Kritische Baumhöhe

Die Ergebnisse der einzelnen Baumarten unterscheiden sich nur gering: Im Schnitt stellen alle Baumarten ab einer Höhe von rund 12m eine potentielle Gefahr dar. Die Ergebnisse unterscheiden sich damit nur unwesentlich von der kritischen Kontrollhöhe (vgl. Kap. 5.3.2).

5.5.3.2 Art der ergriffenen Maßnahmen

Im Kapitel 5.5.1 wurden alternativ die zwei grundsätzlichen Möglichkeiten -- Absicherung des Baumes oder Absperrung der Straße- aufgeführt, um sicherzustellen, dass sich keine Dritten im Gefahrenbereich eines zu fällenden Baumes befinden. Interessanterweise werden in der Mehrzahl der befragten Reviere Kombinationslösungen aus den beiden grundlegenden Einzelverfahren Absicherung und Sperrung gewählt. Hierin kommt ein großes Sicherheits- und Verantwortungsbewusstsein der Verantwortlichen zum Ausdruck. Zwei Vorgehensweisen werden sehr häufig gewählt: 38% der befragten Reviere bevorzugen die Vollsperrung der Straße mit Posten und die zusätzliche Absicherung der zu fällenden Bäume mit Seilwinde oder Seilzug. Mit 35% der Nennungen ähnlich bedeutsam ist die Variante der Absicherung mit Seilwinde und zusätzlich eingesetzten Posten zur kurzfristigen

Sperrung. Bemerkenswert ist, dass eine wie oben beschriebene „Entweder-oder-Lösung“, also entweder eine Absicherung des Baumes (10%) oder die Sperrung der Straße (17%), vergleichsweise selten realisiert wird.

5.5.3.3 Mehrkosten für Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte

Die Kosten für die Holzernte setzen sich zusammen aus den Kosten für die Aufarbeitung und den Kosten für die Bringung von Holz. Die Kosten für Sicherungsmaßnahmen im Rahmen regulärer Holzernte an öffentlichen Straßen können als zusätzlicher Bestandteil der Holzerntekosten angesehen werden:

1. Der Sicherungseinsatz von Seilwinden bedeutet einen zusätzlichen Zeitbedarf für die eingesetzte Rückmaschine (in der Regel Forstschlepper, vgl. Kap. 5.4.5.1), über die erhöhten Bringungskosten erhöhen sich die Holzerntekosten.
2. Seilzugarbeit und der Einsatz von Posten zur Absperrung verursachen Personalkosten. Höhere Personalkosten führen zu höheren Holzerntekosten.

Diese Mehrkosten können als prozentualer Zuschlag auf die regulären Holzerntekosten dargestellt werden. Letztlich werden bei jeder einzelnen Maßnahme unterschiedlich hohe prozentuale Mehrkosten für Sicherungsmaßnahmen anfallen. Um einen Eindruck von der Größenordnung dieser zusätzlichen Kosten zu erhalten, wurden die Revierleiter gebeten, diese Mehrkosten für Sicherungsmaßnahmen auf Basis der regulär anfallenden Holzerntekosten abzuschätzen. Insgesamt liegen der Untersuchung 675 Einzelabschätzungen zugrunde, wobei nach Baumarten differenziert wird.

Prozentuale Erhöhung der Holzerntekosten durch Sicherungsmaßnahmen	
N	675
Ø	62,1%
σ	72,2%
Standardfehler	2,8%

Tab. 55 Größenordnung der Mehrkosten im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen im Vergleich zu Holzerntekosten im Bestand

Das Gesamtergebnis zeigt eine mittlere Erhöhung der Holzerntekosten an öffentlichen Straßen (d.h. in einem Korridor entlang öffentlicher Straßen mit zwei Baumtiefen) durch Sicherungsmaßnahmen um 62%. Nach Einschätzung der befragten Revierleiter sind Holzerntemaßnahmen an öffentlichen Straßen damit um mehr als die Hälfte teurer als vergleichbare Holzerntemaßnahmen im Bestand. Die Größenordnung der zusätzlichen Kosten durch Verkehrssicherungsmaßnahmen zeigt die Relevanz dieses Phänomens für den Forstbetrieb.

Erhöhung der Holzerntekosten	%-Anteil der Reviere
0-10%	7%
11-20%	15%
21-40%	30%
41-60%	17%
61-80%	2%
81-100%	17%
101-150%	4%
151-200%	5%
>200%	3%

Tab. 56 Häufigkeitsverteilung der Mehrkosten für Sicherungsmaßnahmen

Obige Tabelle zeigt die Häufigkeitsverteilung unterschiedlicher Grade von Mehrkosten bei Holzerntemaßnahmen an öffentlichen Straßen. Hält man sich die Vorschriften der UVV Forsten vor Augen, wonach bei Holzerntemaßnahmen in der Nähe von Straßen (Gefahrenbereich mindestens zweifache Baumtiefen) entweder abgesperrt oder jeder Baum mittels Seilwinde/Seilzug abgesichert werden muss, so erscheinen Mehrkosten im Rahmen von 0-10% (angegeben von 7% der untersuchten Reviere) nur in den günstigsten Fällen erreichbar. Denkbar wäre hier auch eine (seltene, vgl. Kap. 5.4.6) Absperrung durch Feuerwehr oder Straßenbaulastträger ohne Kostenbeteiligung des betroffenen Forstbetriebs. Mehrkosten im Bereich von bis zu 100% im Vergleich zu konventionellen Hieben sind ungleich wahrscheinlicher, während Mehrkosten über 100% nur noch in

vergleichsweise ungünstigen Situationen (12%) auftreten. Als Beispiel kann hier der Steilhang über der Straße oder ein ungünstiges Verhältnis von Posten zu mit der Holzernte befassten Waldarbeitern gelten (z.B. 2:2), was die Dauer des Hiebes und damit die Personalkosten stark erhöht. Über 200% Mehrkosten sind immerhin in 3% der Reviere zu verzeichnen.

5.5.3.3.1 Mehrkosten der Holzernte nach Art der Sicherung

Zur Beantwortung der Frage, ob unterschiedliche Sicherungsmaßnahmen unterschiedliche Kosten verursachen, sind die Gruppenmittelwerte der wichtigsten Maßnahmentearten in nachfolgender Abbildung gegenübergestellt.

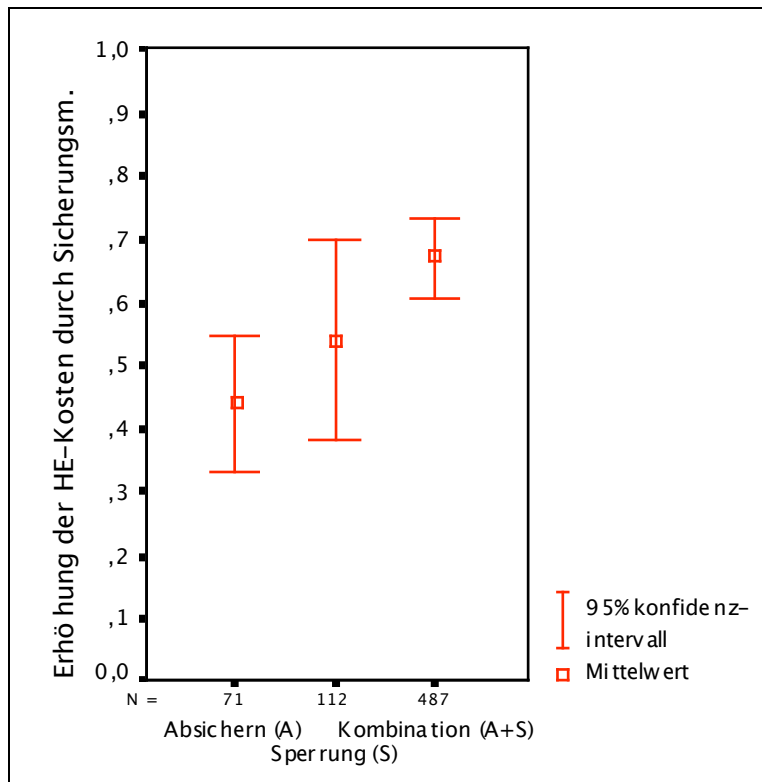


Abb. 31 Prozentuale Mehrkosten der Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen im Vergleich zu Holzerntekosten im Bestand; Differenzierung nach Art der Sicherungsmaßnahme

Bei der Absicherung mittels Seilwinde/Seilzug ergibt sich eine durchschnittliche Erhöhung der Holzerntekosten von 44%. Dem stehen 54% höhere Kosten bei Straßensperrungen und 67% höhere Kosten bei kombinierten Maßnahmen (bestehend aus Absicherung und Sperrung) gegenüber. Dass bei kombiniertem

Einsatz von Straßensperrung und Absicherung der Einzelbäume höhere Kosten entstehen, ist einleuchtend. Nicht erwartet wurde hingegen, dass die Kosten für Sperrung von Straßen höher zu liegen scheinen als die Kosten für eine Absicherung mittels Seilwinde pro Einzelbaum. Ein möglicher Grund mag darin liegen, dass Forstbetriebe bei Holzernmaßnahmen an Straßen nicht –wie nach UVV gefordert– jeden Baum im Gefahrenbereich von Straßen absichern. In der Praxis wird mit zunehmender Entfernung der Bäume zur Straße wohl auch in zunehmendem Maße auf die Absicherung verzichtet. Die Varianzanalyse weist die Unterschiede als schwach signifikant aus ($F=3,931$; Sig. 0,020).

5.5.3.3.2 Mehrkosten der Holzernte durch Sicherungsmaßnahmen nach Baumarten

Es steht zu vermuten, dass unterschiedliche Baumarten einen unterschiedlich hohen Sicherungsaufwand und damit unterschiedliche Erhöhungen der Holzerntekosten gegenüber konventionellen Hieben mit sich bringen. Nachfolgende Abbildung zeigt die Ergebnisse für alle Baumarten mit einer Datenbasis $N > 25$ (vgl. Anhang 10.3.1).

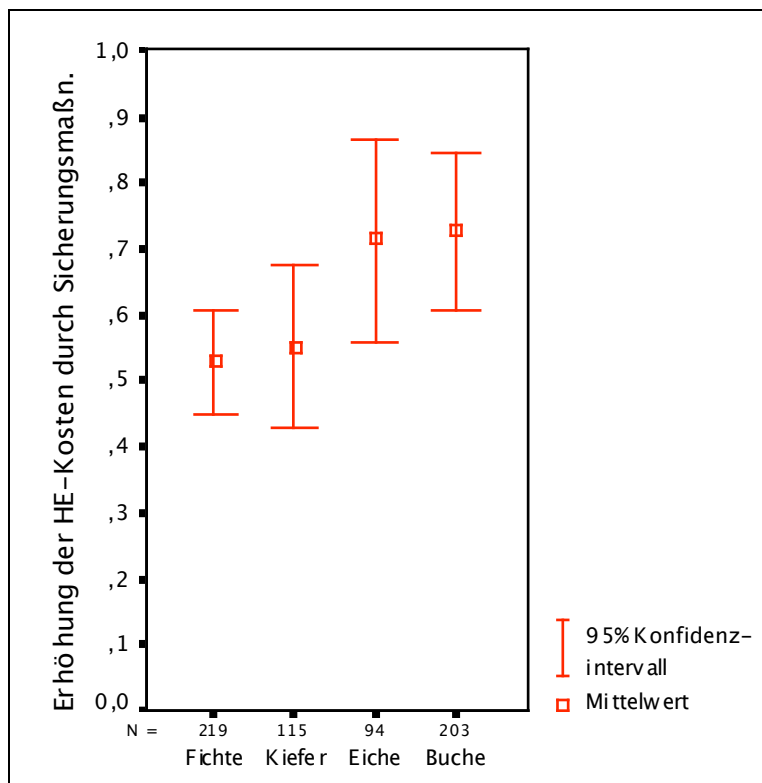


Abb. 32 Prozentuale Mehrkosten der Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen im Vergleich zu Holzerntekosten im Bestand; nach Baumarten

Die Mittelwerte für die Nadelhölzer Fichte (53%) und Kiefer (55%) liegen etwas niedriger als die Mittelwerte von Buche (73%) und Eiche (72%). Die sich größtenteils überschneidenden Konfidenzintervalle lassen vermuten, dass die dargestellten Unterschiede nicht signifikant sind. Eine durchgeführte Varianzanalyse bestätigt diesen Eindruck ($F=1,428$; Sig. 0,122). Nachdem die Varianzanalyse der Variable „Baumart“ insgesamt keinen signifikanten Einfluss auf die Höhe der Mehrkosten zugewiesen hat, wurde durch paarweise T-Tests noch überprüft, ob sich zumindest

zwischen den Teilgruppen signifikante Unterschiede ergeben. Dabei ergeben sich signifikant höhere Mehrkosten bei den Baumarten Buche und Eiche gegenüber der Baumart Fichte.

	Fichte	Kiefer	Eiche	Buche
Fichte		-	**	**
Kiefer			-	-
Eiche				-
Buche				

Tab. 57 Mehrkosten der Holzernte durch Sicherungsmaßnahmen: Signifikante Unterschiede zwischen den Baumarten

5.5.3.3.3 Mehrkosten der Holzernte durch Sicherungsmaßnahmen nach Bundesländern

Unterschiedliche naturale Gegebenheiten in den verschiedenen Bundesländern können auf die Höhe der Mehrkosten genauso einen Einfluss haben wie auch unterschiedliche Sicherheitsphilosophien und Verwaltungsvorschriften. Um festzustellen, ob sich durch die Lage der Reviere in verschiedenen Bundesländern unterschiedliche Größenordnungen der Mehrkosten an öffentlichen Straßen ergeben, sind in einem ersten Schritt in nachfolgender Tabelle die Werte nach Bundesländern differenziert dargestellt.

Bundesland	N	Ø	σ	Std.Fehler
Baden-Württemberg	31	51%	32%	6%
Bayern	37	32%	15%	3%
Brandenburg	46	32%	45%	7%
Hessen	114	65%	86%	8%
MecklenburgVP	32	39%	47%	8%
Niedersachsen	60	70%	88%	11%
NRW	122	81%	81%	7%
Rheinland-Pfalz	68	70%	59%	7%
Saarland	12	70%	80%	23%
Sachsen	51	37%	44%	6%
Sachsen-Anhalt	48	83%	93%	13%
Schleswig-Holstein	15	49%	51%	13%
Thüringen	39	70%	78%	12%
Total	675	62%	73%	3%

Tab. 58 Prozentuale Mehrkosten der Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen im Vergleich zu Holzerntekosten im Bestand; nach Bundesländern

Die Höhe der Mehrkosten für Verkehrssicherung wird in unterschiedlichen Bundesländern also unterschiedlich beurteilt. Dies ist einigermaßen erstaunlich, da die grundlegenden Sicherheitsbestimmungen (UVV) für alle Bundesländer bekanntermaßen gleich sind (vgl. Kap. 5.5.1). Die Varianzanalyse weist der Variable „Bundesland“ einen hochsignifikanten Einfluss auf die Höhe der Mehrkosten zu ($F=3,486$; Sig. 0,000). Nachfolgende Kreuztabelle gibt einen Überblick über die Ergebnisse der paarweise durchgeführten T-Tests.

	Baden-Württemberg	Bayern	Brandenburg	Hessen	MecklenburgVP	Niedersachsen	NRW	Rheinland-Pfalz	Saarland	Sachsen	Sachsen-Anhalt	Schleswig-Holstein	Thüringen
Baden-Württemberg	-	**	-	*	-	*	***	***	**	-	***	*	**
Bayern	-	-	**	**	*	***	***	***	***	**	***	***	***
Brandenburg	-	-	-	*	-	*	***	**	**	-	***	-	**
Hessen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	-	-
MecklenburgVP	-	-	-	-	-	*	***	**	*	-	***	-	*
Niedersachsen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
NRW	-	-	-	-	-	-	-	*	-	***	-	-	-
Rheinland-Pfalz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	***	**	-	-
Saarland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	-	-	-
Sachsen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	***	-	**
Sachsen-Anhalt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-
Schleswig-Holstein	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thüringen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 59 Mehrkosten der Holzernte durch Sicherungsmaßnahmen: Signifikante Unterschiede zwischen den Bundesländern

Worauf diese Unterschiede zurückzuführen sind, kann nicht abschließend geklärt werden. Auffallend jedoch ist, dass sich in Bayern, Sachsen, Brandenburg und Baden-Württemberg signifikant geringere Mehrkosten durch Sicherungsmaßnahmen ergeben. In Bayern und Baden-Württemberg kann der Blick auf die Besitzarten einen Erklärungsbeitrag liefern, da in diesen beiden Bundesländern vorwiegend Privatwaldreviere beteiligt sind (vgl. Kap. 5.2.4), die vergleichsweise geringe Mehrkosten der Holzernte aufweisen (vgl. Kap. 5.5.3.3.4). Demgegenüber fallen in Sachsen-Anhalt besonders hohe durchschnittliche Mehrkosten auf. Ähnlich wie vorn bei der Analyse des Kontrollaufwandes nach Bundesländern (Kap. 5.3.3.4) könnten unterschiedliche Sicherheitskulturen mit unterschiedlichem Zurechnung personeller Kapazitäten und unterschiedlichem Dokumentationsverhalten je nach Bundesland eine Ursache sein.

Zusätzlich soll die Hypothese getestet werden, wonach sich unterschiedliche

Regelungsdichten der Bundesländer auf die Höhe der anfallenden Mehrkosten der Holzernte auswirken. So könnte die erhöhte Sensibilität für Verkehrssicherungsbelange und damit ein verstärktes Problembewusstsein zu höheren Kosten führen. Zu diesem Zweck wurden analog zum Vorgehen im Kapitel 5.3.3.4 T-Tests durchgeführt. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle wiedergegeben.

	N	Ø	Signifikanzniveau
Mehrkosten der Holzernte an öffentlichen Straßen			
Hohe Regeldichte	347	70%	0,004
Geringe Regeldichte	328	54%	

Tab. 60 Unterschiede der Mehrkosten der Holzernte durch Verkehrssicherung in Abhängigkeit von der Regelungsdichte der Bundesländer

Beim Vergleich der Mittelwerte ergibt sich ein signifikanter Unterschied: Demnach schätzen Revierleiter in Bundesländern mit einer hohen Regelungsdichte die Höhe der anfallenden Mehrkosten signifikant höher ein als in Bundesländer mit einer geringen Regelungsdichte. Die eingangs formulierte Hypothese, wonach Problembewusstsein und Themensensibilität zu höheren Kosten führen, könnte somit zutreffen.

5.5.3.3.4 Mehrkosten der Holzernte durch Sicherungsmaßnahmen nach Besitzarten

Es stellt sich die Frage, ob sich Forstbetriebe unterschiedlicher Besitzarten hinsichtlich ihrer Sicherheitsphilosophien systematisch unterscheiden. So wäre es beispielsweise nahe liegend, dass insbesondere private Forstbetriebe aus Kostengründen keine über die UVV hinausgehenden Maßnahmen ergreifen, was sich in der Höhe der Mehrkosten niederschlagen dürfte. Inwieweit sich Unterschiede hinsichtlich der Höhe der Mehrkosten für die Holzernte an öffentlichen Straßen ergeben, zeigt nachfolgende Tabelle:

Besitzart	N	Ø	σ	Std.Fehler
Staatswald	398	66%	80%	4%
Kommunalwald	61	62%	47%	6%
Privatwald	104	46%	50%	5%
Mischrevier	104	68%	75%	7%
Total	667	63%	73%	3%

Tab. 61 Prozentuale Mehrkosten der Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen im Vergleich zu Holzerntekosten im Bestand; nach Besitzarten

Während öffentliche Reviere (Reviere im Staatswald bzw. kommunalem Wald) im Schnitt die Erhöhung der Holzerntekosten mit rund 65% beziffern, liegt die Einschätzung der Mehrkosten im Privatwald mit einer geschätzten Erhöhung um rund die Hälfte deutlich niedriger. Insofern würde die eingangs formulierte These zutreffen. Die Varianzanalyse ergibt jedoch, dass die Mittelwerte nicht signifikant voneinander verschieden sind ($F=2,329$; Sig. 0,073). Um zu überprüfen, ob sich beim paarweisen Vergleich signifikante Unterschiede ergeben, wurden T-Tests durchgeführt. Die Ergebnisse sind nachfolgend aufgeführt.

	Staatswald	Kommunalwald	Privatwald	Mischrevier
Staatswald		*	***	-
Kommunalwald			-	*
Privatwald				***
Mischrevier				

Tab. 62 Mehrkosten der Holzernte durch Verkehrssicherung: Signifikante Unterschiede zwischen den Besitzarten

Demnach ergeben sich gegenüber dem Privatwald signifikant höhere Mehrkosten im Staatswald. Dieses Ergebnis liefert gleichzeitig einen Erklärungsbeitrag für die in Tabelle 59 aufgezeigten Ergebnisse, da in den Bundesländern Baden-Württemberg und Bayern vorwiegend Privatwaldreviere an der Untersuchung beteiligt sind (vgl. Kap. 5.5.3.3.3).

5.5.3.3.5 Mehrkosten der Holzernte nach Topographie

Bei der Holzernte an Hängen können neben dem direkten Fällvorgang häufig weitere Sicherheitsmaßnahmen und besondere Vorsicht notwendig sein, um bei der weiteren Aufarbeitung des Holzes eine Gefährdung der Straße auszuschließen. In nachfolgender Tabelle sind die Gruppenmittelwerte der abgeschätzten Mehrkosten in Abhängigkeit zur topographischen Lage des Reviers dargestellt.

Topographie	N	Ø	σ	Std.Fehler
Mittelgebirge	390	67%	77%	4%
Flachland	281	55%	66%	4%
Total	671	62%	73%	3%

Tab. 63 Prozentuale Mehrkosten der Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen im Vergleich zu Holzerntekosten im Bestand; nach Topographie

Die Varianzanalyse weist der Variable „Topographie“ einen signifikanten Einfluss auf die Höhe der Holzerntekosten zu ($F=4,609$; Sig. 0,032). Die Mehrkosten für die Holzernte sind demnach in Flachlandrevieren signifikant niedriger als bei Mittelgebirgsrevieren.

5.5.4 Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte an Forststraßen

Forststraßen sind in der Regel Privatstraßen, stehen aber grundsätzlich einem unbegrenzten Personenkreis zur - wenn auch eingeschränkten - Benutzung offen. Daher gilt grundsätzlich die Straßenverkehrsordnung (StVO, vgl. etwa Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums vom 09.08.1991, AllMBL. Nr. 23/1991).

Als Mindestanforderung gilt, Fällarbeiten im Bereich von Wegen mittels Warnschild (StVO Zeichen 250 mit dem Zusatzschild „Holzfällung - Durchgang verboten“) und Absperrband (Aufdruck: Holzfällung - Betreten verboten - Lebensgefahr) abzusichern (vgl. BLB, Broschüre zur Waldarbeit, 2000, Abb. 33).

Regionen.



Abb. 34 Standardabspernung von Forststraßen

(Quelle: Broschüre des BLB zur Waldarbeit, 2000)

5.5.4.1 Art und Umfang von Sicherungsmaßnahmen an Forststraßen

Wie in Kapitel 5.5.4 dargelegt, sind bei der Holzernte in der Nähe von Forststraßen Sicherungsmaßnahmen notwendig. Als Mindestanforderung gilt eine „Standardabspernung“ (vgl. Abb. 34) mittels Warnschild und Absperrband.

Die Mehrzahl der Reviere (55%) orientiert sich an dieser Mindestanforderung: Über Warnschilder und Absperrband hinaus werden keine zusätzlichen Maßnahmen ergriffen. Demgegenüber werden in 11% der Reviere an einigen oder auch allen Forststraßen zusätzliche Sicherungsmaßnahmen durchgeführt. Im Mittel werden an 23% aller Forststraßen zusätzliche Maßnahmen ergriffen. Unter zusätzlichen Maßnahmen versteht man in diesem Zusammenhang in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die Absperrung mit Posten (86% der Nennungen). Von geringer Bedeutung sind Maßnahmen wie Querfällung von Bäumen (5%), Absichern mittels Seilwinde (4%) oder ein an der Absperrung angebrachter freundlich formulierter Hinweis auf eine Alternativroute (4%).

5.5.4.2 Mehrkosten durch Sicherungsmaßnahmen an Forststraßen

Analog zum Vorgehen an öffentlichen Straßen wurde im Rahmen der Untersuchung nach einer Abschätzung der Größenordnung der Mehrkosten durch die Sicherungsmaßnahmen an Forststraßen gefragt.

N	Ø	σ	Standardfehler
328	25%	37%	2%

Tab. 64 Prozentuale Mehrkosten durch Sicherungsmaßnahmen an Forststraßen

Im Schnitt erhöhen sich die Kosten für die Holzernte an Forststraßen um rund ein Viertel gegenüber vergleichbaren Erntemaßnahmen im Bestand. Mit 20% Mehrkosten fällt der Gruppenmittelwert derjenigen Reviere, in denen keine zusätzlichen Maßnahmen ergriffen werden, nur geringfügig niedriger aus als in Revieren, in denen an Forststraßen teilweise zusätzliche Maßnahmen (v.a. Posten) ergriffen werden. Die Abschätzung der Mehrkosten liegt in diesen Revieren bei rund 30%. Auffallend ist, dass die Streuung der Daten um den Mittelwert bei Forststraßen geringer ist als bei den öffentlichen Straßen.

5.5.5 Verkehrssicherung an Bahnstrecken

Die im Kapitel 5.5.1 getroffenen Feststellungen zum Gefahrenbereich von Holzerntemaßnahmen gelten grundsätzlich auch für Bahnstrecken. Rund die Hälfte aller Reviere, denen eine Verkehrssicherungspflicht an Bahnstrecken obliegt, führen im Rahmen regulärer Holzernte an Bahnstrecken spezifische Sicherungsmaßnahmen durch. Dies sind vorwiegend die Information und Absprache der Maßnahme (rund zwei Drittel der Nennungen) mit der Deutschen Bahn AG. In rund einem Drittel der Fälle beinhaltet die Sicherungsmaßnahme die Anwesenheit eines Mitarbeiters der Deutschen Bahn AG.

5.5.6 Outsourcing von Holzerntemaßnahmen mit Verkehrssicherung

Holzerntemaßnahmen, die Sicherungsmaßnahmen an Straßen beinhalten, werden nur zu einem geringen Anteil an Dritte vergeben. In nur 20% der Reviere werden Unternehmer beteiligt. Jedoch vergeben nur 3% der Reviere solche Holzernteaufträge ausschließlich an Unternehmer. Im Mittel werden rund 10% der Holzerntemaßnahmen mit Verkehrssicherung an Unternehmer abgegeben. In Revieren, die Unternehmer bei Holzerntemaßnahmen an Straßen beteiligen, wird im Vergleich zu Regiearbeiten an Straßen mit günstigeren Konditionen kalkuliert: An

öffentlichen Straßen fallen demnach im Vergleich zur Holzernte im Bestand nur durchschnittlich rund 40% höhere Kosten an, an Forststraßen liegen die Mehrkosten im Bereich von 15%. Denjenigen Revieren, die Unternehmer in begrenztem Umfang beteiligen, steht die überwiegende Mehrzahl (rund 80%) der Reviere gegenüber, die Holzerntemaßnahmen mit Verkehrssicherung ausschließlich in eigener Regie durchführen.

Hier ergibt sich eine Übereinstimmung mit den Ergebnissen aus Kapitel 5.3.8 und 5.4.5, dritte Unternehmen im Rahmen der Verkehrssicherung nur in sehr begrenztem Maße zu beteiligen. Forstbetriebe verfügen anscheinend über ein ausgeprägtes Sicherheitsempfinden. Dies ist verbunden mit dem Verlangen, sicherheitsbedeutsame Maßnahmen in eigener Verantwortung und Regie auszuführen. Demgegenüber scheint das Gewicht kurzfristig erzielbarer ökonomischer Vorteile zurückzutreten.

5.5.7 Verwaltungsaufwand für Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte

Wie im Kapitel 5.5 dargestellt, sind bei Holzerntemaßnahmen an Straßen umfangreiche Regularien zu beachten. Dabei wird angenommen, dass Planungs- und Verwaltungszeitaufwand primär bei Holzerntemaßnahmen an öffentlichen Straßen und Bahnstrecken entsteht. Die für Planungs- und Verwaltungsaufwand benötigte Zeit (Behördengänge, Planungszeitaufwand) wird analog zur Vorgehensweise in Kapitel 5.3.9 und 5.5.7 auf die Einheit „Stunden je km öffentlicher Straßen und Bahnstrecken“ bezogen. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse.

N	\bar{x}	σ	Standardfehler
366	2,99	12,47	0,65

Tab. 65 Jährlicher Zeitaufwand für Planung und Verwaltung regulärer Holzerntemaßnahmen an öffentlichen Straßen und Bahnstrecken [h/km]

Für Planungs- und Verwaltungsaufgaben sind primär die Revierleiter zuständig. In 90% der Reviere tragen sie im Schnitt 86% des anfallenden Aufwands. In 16% der

Reviere ist daneben der forstamtliche Leitungsdienst mit einem Anteil von rund 20% an Verwaltungs- und Planungsaufgaben betraut. Waldarbeiter sind in rund einem Viertel der Reviere beteiligt, ihr Anteil an Verwaltungs- und Planungsaufgaben beträgt dort 38%. Insgesamt betrachtet ist demnach der Anteil von Waldarbeitern und forstamtlichem Leitungsdienst gegenüber dem Anteil des Revierleiters gering.

6 Abschätzung des jährlichen Verkehrssicherungsaufwandes anhand der in der Untersuchung gewonnenen Daten

Gegenstand der folgenden Betrachtung sind zu erwartende Aufwendungen für Verkehrssicherung, die in unterschiedlicher Höhe in verschiedenen Phasen eines Bestandeslebens auftreten. Mit den vorliegenden Daten soll eine exemplarische Abschätzung der für Verkehrssicherung notwendigen jährlichen Aufwendungen für die vier Hauptbaumarten Fichte, Kiefer, Buche und Eiche vorgenommen werden.

6.1 Verkehrssicherungsaufwand an öffentlichen Straßen

6.1.1 Verkehrssicherungsaufwand durch Kontrolltätigkeiten

Als Ergebnis der deskriptiven Analyse der Kontrolldaten (vgl. Kap. 5.3) lassen sich folgende Eckpfeiler festmachen:

- Es gibt eine kritische Höhe. Vor Erreichen diese Höhe sind Kontrolltätigkeiten in aller Regel nicht erforderlich.
- Der zeitliche Kontrollaufwand innerhalb der Unterarten öffentlicher Straßen unterscheidet sich nur geringfügig.
- Der Aufwand für Kontrollen an Bahnstrecken ist mit demjenigen an öffentlichen Straßen vergleichbar.
- Der Kontrollaufwand der Kiefer unterscheidet sich signifikant gegenüber Fichte, Eiche und Buche.
- Die Kontrolle der Verkehrssicherheit führt in der Regel der Revierleiter durch.
- Es finden in aller Regel zwei Kontrollgänge pro Jahr statt.

Als Basis für die weiteren Überlegungen sollen Ertragstafelmodelle dienen. Bekannt ist dadurch – differenziert nach dem jeweiligen Alter des Bestandes- die Mittelhöhe und die Stammzahl je ha. Die nachfolgende Abschätzung greift auf folgende Ertragstafeln zurück:

- Fichte: Ertragstafel WIEDEMANN, 1936/1942, 2. Bonität
- Kiefer: Ertragstafel WIEDEMANN, 1942, 2. Bonität
- Buche: Ertragstafel WIEDEMANN, 1931, 2. Bonität
- Eiche: Ertragstafel JÜTTNER, 1955, 2. Bonität

Die Berechnungen basieren auf einem Zinsfuß in Höhe von 4%.

Die in der Untersuchung ermittelten Werte des zeitlichen Kontrollaufwands beziehen sich auf eine standardisierte Streckenlänge von 1000m. Als Grundannahme sei

eingeführt, dass mittleren Kontrollzeiten Durchschnittsgrößen von Höhe des Baumbestands und Abstand zur Straße entsprechen. Diese Überlegung erlaubt die lineare Ermittlung der erforderlichen Kontrollzeit für jegliche Wertepaare aus Abstand zur Straße und Höhe der Bäume bei gegebener Streckenlänge. Voraussetzung ist, dass den aus der Untersuchung ermittelten Werten gutachtlich eine baumartenspezifische Mittelhöhe und ein mittlerer Straßenabstand zugeordnet werden. Somit entspricht einer bestimmten Kontrollfläche ein bestimmter zeitlicher Aufwand. Durch eine Dreisatzrechnung lässt sich anschließend jeder plausiblen Kontrollfläche ein bestimmter Zeitaufwand zuordnen.

Die Aufwendungen für Verkehrssicherung in einem Bestandesleben beginnen mit Überschreitung der kritischen Höhe des Bestandes und enden mit der Nutzung des Bestandes im Alter U. Aus Ertragstafeln ist bekannt, welche Endhöhe der Bestand im Alter U aufweist. Als Kalkulationsbasis wird den ermittelten durchschnittlichen Aufwendungen diejenige Höhe gegenübergestellt, die sich aus dem Mittel von Endhöhe und kritischer Höhe ergibt. Nachfolgende Tabelle verdeutlicht diese Überlegungen:

	Umtriebszeit [Jahre]	Kritische Höhe (Spalte 1) [m]	Endhöhe im Alter U (Spalte 2) [m]	Mittelwert aus Spalten 1 und 2 [m]
Eiche	200	13,8	29,1	21,5
Buche	140	13,6	32	22,8
Fichte	120	12,4	31,1	21,8
Kiefer	140	12,3	26,3	19,3

Tab. 67 Herleitung der Parameter für die lineare Abschätzung der jährlichen Kosten für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen

Bei dieser Vorgehensweise wird eine lineare Höhenentwicklung des Bestandes unterstellt. Dadurch besteht tendenziell die Möglichkeit, dass die Aufwendungen für Verkehrssicherung bei einer degressiven Höhenentwicklung unterschätzt werden. Die Genauigkeit der gewählten Vorgehensweise erscheint jedoch für die angestrebte lineare Abschätzung der Aufwendungen als grundsätzlich ausreichend.

Den auf ganze Zahlen gerundeten Mittelwerten der Baumarten wird gutachtlich ein mittlerer Straßenabstand von vier Metern zugeordnet. Aus dem Kehrwert der Differenz aus Mittelhöhe und Straßenabstand ergibt sich bei der anschließenden linearen Abschätzung der Multiplikationsfaktor (vgl. nachfolgende Tabelle). Somit wird der durchschnittliche Zeitaufwand durch die durchschnittliche Kontrolltiefe dividiert und dann mit der tatsächlichen Kontrolltiefe multipliziert. Die lineare Abschätzung der Verkehrssicherungsaufwendungen an öffentlichen Straßen verwendet dementsprechend als Kalkulationsbasis folgende Parameter:

	Mittelhöhe [m]	Mittlerer Straßenabstand [m]	Multiplikations- Faktor
Eiche	22	4	1/18
Buche	23	4	1/19
Fichte	22	4	1/18
Kiefer	19	4	1/15

Tab. 68 Parameter für die lineare Abschätzung der jährlichen Kosten für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen

Den ermittelten Werten kann ein finanziell bewerteter Betrag zugeordnet werden, wenn als Bewertungsbasis für den Zeitaufwand ein festzulegender Stundensatz gewählt wird. Im Folgenden werden für Revierleitertätigkeiten 41 € (Bayerische Forstgebührenordnung; vgl. LMS vom 04.01.2002, Az. V3 – R 570 – 149), für Waldarbeitertätigkeiten 30 € pro Stunde angesetzt (vgl. Kap. 5.3.6).

Maschinenarbeitsstunden (Forstschlepper inkl. Fahrer, vgl. Kap. 5.4.4.1) fließen mit 50 € pro Stunde in die Abschätzung ein (vgl. Arbeitsgemeinschaft der Maschinen- und Betriebshilfsringe in Franken, 2002).

Ergebnis ist eine Tabelle mit differenzierten zeitlichen oder finanziellen Kontrollaufwendungen für einen konkreten Abstand zur Straße und eine konkrete baumartenspezifische Mittelhöhe. Die angegebenen Werte unterscheiden sich durch die unterschiedliche Kontrollfläche, die der Abschätzung zugrunde liegt. Einheitliche Ausgangsbasis der Abschätzung ist der Mittelwert des baumartenspezifischen Kontrollaufwands. Alternativ ließen sich die nachfolgenden Tabellen dementsprechend auch als Flächentabellen erstellen, die die Fläche in Abhängigkeit

von Baumhöhen und Straßenabstand zeigt. Mit den baumartenspezifischen Aufwandsdaten ließe sich dann der Aufwand auch daraus berechnen. Der Weg wurde nicht gewählt, weil das Alter der Bestände der in der Praxis üblichere Parameter ist. Tabellen 69-72 zeigen eine mögliche Abschätzung des Kontrollaufwandes der Verkehrssicherheit für die vier Hauptbaumarten. Für die erste Tabelle wird exemplarisch das Berechnungsschema vorgestellt:

Die Randbestockung ist Eiche, II Bonität. Ausgangswert ist die konkrete Höhe des Bestandes. Der untere Höhengrenzwert aus den Ertragstafeln ist mit der Mittelhöhe des Bestandes gleichgesetzt. Die Aufwendungen für Verkehrssicherung starten am Beginn des Jahrzehnts, das dem Überschreiten der kritischen Höhe am nächsten liegt. Bei der Eiche ist dies im Alter 50 der Fall (vgl. Kap. 5.3.2). Der Baumbestand steht an einer öffentlichen Straße. Aus der Auswertung ergibt sich für diesen Fall ein mittlerer Zeitaufwand von 1,37 Stunden je km Streckenlänge (vgl. Kap. 5.3.3). Unterstellt sind zwei Kontrollgänge pro Jahr (vgl. Kap. 5.3.4).

Rechengang bei Straßenabstand 4m und Alter 80:

Kontrollaufwand pro Jahr = $((2 \cdot 1,37 \text{ h/km}) \cdot (19,5 \text{ m} - 4 \text{ m}) \cdot 1/18) \cdot 41 \text{ €/h} = 96,74 \text{ €/km}$

Aus Gründen der Anschaulichkeit sind in den nachfolgenden Tabellen ausschließlich die Dekadenschritte dargestellt.

€ je km		Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
Alter	Mittelhöhe	0	2	4	6	8	10	12
50	13,8	86,13	73,65	61,16	48,68	36,20	23,72	11,23
60	16,1	100,48	88,00	75,52	63,04	50,55	38,07	25,59
70	18,0	112,34	99,86	87,38	74,89	62,41	49,93	37,45
80	19,5	121,70	109,22	96,74	84,26	71,77	59,29	46,81
90	20,7	129,19	116,71	104,23	91,74	79,26	66,78	54,30
100	21,9	136,68	124,20	111,72	99,23	86,75	74,27	61,79
110	23,0	143,55	131,06	118,58	106,10	93,62	81,13	68,65
120	24,0	149,79	137,30	124,82	112,34	99,86	87,38	74,89
130	25,0	156,03	143,55	131,06	118,58	106,10	93,62	81,13
140	26,0	162,27	149,79	137,30	124,82	112,34	99,86	87,38
150	26,8	167,26	154,78	142,30	129,82	117,33	104,85	92,37
160	27,3	170,38	157,90	145,42	132,94	120,45	107,97	95,49
170	27,9	174,13	161,64	149,16	136,68	124,20	111,72	99,23
180	28,4	177,25	164,77	152,28	139,80	127,32	114,84	102,35
190	28,7	179,12	166,64	154,16	141,67	129,19	116,71	104,23
200	29,1	181,62	169,13	156,65	144,17	131,69	119,21	106,72

Tab. 69 Jährlicher Kontrollaufwand in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Eiche [€/km*a⁻¹]

€ je km		Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
Alter	Mittelhöhe	0	2	4	6	8	10	12
50	14,8	90,70	78,44	66,19	53,93	41,67	29,42	17,16
60	17,8	109,09	96,83	84,57	72,32	60,06	47,80	35,54
70	20,4	125,02	112,76	100,51	88,25	75,99	63,74	51,48
80	22,8	139,73	127,47	115,21	102,96	90,70	78,44	66,19
90	24,8	151,98	139,73	127,47	115,21	102,96	90,70	78,44
100	26,7	163,63	151,37	139,12	126,86	114,60	102,34	90,09
110	28,3	173,43	161,18	148,92	136,66	124,41	112,15	99,89
120	29,7	182,01	169,76	157,50	145,24	132,99	120,73	108,47
130	30,9	189,37	177,11	164,85	152,60	140,34	128,08	115,83
140	32,0	196,11	183,85	171,60	159,34	147,08	134,83	122,57

Tab. 70 Jährlicher Kontrollaufwand in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Buche [€/km*a⁻¹]

€ je km		Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
Alter	Mittelhöhe	0	2	4	6	8	10	12
40	11,9	71,56	59,53	47,51	35,48	23,45	11,43	0,00
50	15,9	95,61	83,59	71,56	59,53	47,51	35,48	23,45
60	19,4	116,66	104,63	92,61	80,58	68,55	56,53	44,50
70	22,2	133,50	121,47	109,44	97,42	85,39	73,36	61,34
80	24,5	147,33	135,30	123,27	111,25	99,22	87,19	75,17
90	26,5	159,35	147,33	135,30	123,27	111,25	99,22	87,19
100	28,2	169,58	157,55	145,52	133,50	121,47	109,44	97,42
110	29,8	179,20	167,17	155,14	143,12	131,09	119,06	107,04
120	31,1	187,01	174,99	162,96	150,93	138,91	126,88	114,85

Tab. 71 Jährlicher Kontrollaufwand in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Fichte [€/km*a⁻¹]

€ je km		Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
Alter	Mittelhöhe	0	2	4	6	8	10	12
40	12,6	60,61	50,99	41,37	31,75	22,13	12,51	2,89
50	15,1	72,64	63,02	53,40	43,78	34,16	24,53	14,91
60	17,2	82,74	73,12	63,50	53,88	44,26	34,64	25,02
70	19,2	92,36	82,74	73,12	63,50	53,88	44,26	34,64
80	20,7	99,58	89,96	80,34	70,72	61,10	51,47	41,85
90	22	105,83	96,21	86,59	76,97	67,35	57,73	48,11
100	23,2	111,61	101,99	92,36	82,74	73,12	63,50	53,88
110	24,1	115,94	106,32	96,69	87,07	77,45	67,83	58,21
120	24,9	119,79	110,16	100,54	90,92	81,30	71,68	62,06
130	25,7	123,63	114,01	104,39	94,77	85,15	75,53	65,91
140	26,3	126,52	116,90	107,28	97,66	88,04	78,41	68,79

Tab. 72 Jährlicher Kontrollaufwand in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Kiefer [€/km*a⁻¹]

6.1.2 Verkehrssicherungsaufwand durch forstliche Maßnahmen

Forstliche Maßnahmen an Straßen haben zum Ziel, die Verkehrsicherheit an Straßen zu gewährleisten oder wiederherzustellen. Hierbei wird nach akut anfallenden Maßnahmen (vgl. Kap. 5.4.2) und vorbeugenden Maßnahmen (vgl. Kap. 5.4.3) unterschieden. Die wesentlichsten Erkenntnisse der im Kapitel 5.4 dargestellten Ergebnisse sind nachfolgend kurz zusammengefasst.

Akutmaßnahmen:

- Durchschnittlich werden in den Revieren vier Arbeitsstunden und eine Maschinenarbeitsstunde je km öffentlicher Straße und Jahr aufgewendet (vgl. Kap. 5.4.2.2.1).
- Bei Vergleich der Gruppenmittelwerte ergeben sich hinsichtlich Topographie, Besitzart und Revierkategorie (Baumart) keine signifikanten Unterschiede.
- Akutmaßnahmen werden vorwiegend von Waldarbeitern ausgeführt.

Vorbeugende Maßnahmen:

- Durchschnittlich fallen für vorbeugende Maßnahmen im Abstand von gut drei Jahren 62 Arbeitsstunden (davon 22 für Absperrungen) und 16 Maschinenarbeitsstunden je km öffentlicher Straße an. (vgl. Kap. 5.4.3.1.4)
- Innerhalb einer Dekade würden auf diese Weise rund drei vorbeugende Maßnahmen an einem Straßenabschnitt anfallen. Es kann davon ausgegangen werden, dass einmal pro Jahrzehnt eine reguläre Holzerntemaßnahme stattfindet. Hierbei steht zu vermuten, dass Gefahrenbäume im Rahmen der Holzernte vorsorglich beseitigt werden. Innerhalb einer Dekade wird eine vorbeugende Maßnahme deshalb durch eine reguläre Holzerntemaßnahme ersetzt. Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass innerhalb einer Dekade im Mittel zwei vorbeugende Maßnahmen und eine reguläre Holzerntemaßnahme stattfinden.
- In Unkenntnis des genauen Zeitpunkts der vorbeugenden Maßnahmen wird innerhalb einer Dekade die erste vorbeugende Maßnahme nach 3,33 Jahren, die zweite nach 6,66 Jahre erwartet. Die Aufwendungen werden deshalb jeweils um 3,33 bzw. 6,66 Jahre auf den Beginn der Dekade abgezinst und anschließend über den Annuitätenfaktor auf die Dekade verteilt (Annuitätenfaktor für den Zeithorizont 10 Jahre: $[(1+i)^{10} * ((1+i)-1) / ((1+i)^{10}-1)]$; vgl. GRUNDMANN, 2003).

Bei den Absperrungsstunden sind sowohl die angefallenen Absperrungsstunden berücksichtigt, die durch eigene Arbeiter, als auch die Absperrungsstunden, die von drittfinanzierten Arbeitskräften durchgeführt wurden (vgl. Kap. 5.4.3.1.4). Hintergrund für diese Entscheidung ist erstens die Überlegung, dass die Absperrungsstunden unabhängig von der Frage, wer für die Aufwendungen aufkommt, erforderlich sind und zweitens die Einschätzung vieler Befragten, dass diese Absperrungsstunden zukünftig von den Forstbetrieben zu tragen sind (vgl. Kap. 5.4.6).

Vorbeugende Maßnahmen werden vorwiegend von Waldarbeitern ausgeführt. Deren Stundensatz wird mit 30 € angesetzt (vgl. Kap. 6.1.1). Die anfallenden Maschinenarbeitsstunden beziehen sich in erster Linie auf Forstschlepper (vgl. Kap. 5.4.4.1) und werden mit einem Stundensatz von 50 € angesetzt (vgl. Kap. 6.1.1).

In Kapitel 5.4.3.2.3 wurde dargelegt, dass die Wiederholungsfrequenz auf die Höhe der anfallenden Arbeits- und Maschinenarbeitsstunden bei vorbeugenden Maßnahmen einen hochsignifikanten Einfluss hat. Je länger die letzte Maßnahme zurückliegt, umso höher sind die nachfolgenden Aufwendungen. In nachfolgender Tabelle sind die Durchschnittswerte des Aufwands vorbeugender Maßnahmen differenziert nach Baumarten wiedergegeben (vgl. Kap. 5.4.3.2.1).

	Alle Baumarten	Fichte	Kiefer	Eiche	Buche
Arbeitsstunden je km	62,47	58,25	43,81	48,98	68,97
MAS je km	16,24	16,49	7,44	13,90	21,20
Wiederholungsfrequenz [Jahre]	3,56	3,42	2,64	3,97	4,16

Tab. 73 Vorbeugende Maßnahmen: Mittelwerte von Arbeitsstunden und MAS und die zugrunde liegende mittlere Wiederholungsfrequenz

Wie aus der Tabelle ersichtlich, beziehen sich die ermittelten Durchschnittswerte auf unterschiedliche Wiederholungsfrequenzen. Für die Abschätzung des Aufwandes für forstliche Maßnahmen ist es notwendig, die Werte auf eine Bezugsbasis einer Wiederholungsfrequenz (WF) von 3,33 Jahren zu beziehen. Hierzu wird auf Basis der analysierten vorbeugenden Maßnahmen (vgl. Kap. 5.4.3) eine lineare Regressionsrechnung durchgeführt. In nachfolgender Tabelle sind die ermittelten

Regressionsgleichungen nach Arbeitsstunden (Durchführung inklusive Absperrung) sowie MAS aufgeführt. Es wird nach Baumarten differenziert.

	Arbeitsstunden [h/km]	MAS [h/km]
Fichte	= 53,893+1,275*WF	= 13,383+0,909*WF
Kiefer	= 32,145+4,428*WF	= 6,032+0,535*WF
Eiche	= 39,92+2,286*WF	= 13,71+0,0468*WF
Buche	= 46,937+5,286*WF	= 10,783+2,498*WF

Tab. 74 Regressionsgleichungen zur Berechnung der Aufwandsgrößen forstlicher Maßnahmen in Abhängigkeit von der Wiederholungsfrequenz (WF)

Bezogen auf eine standardisierte Wiederholungsfrequenz von 3,33 Jahren ergeben sich daraus folgende Aufwandsgrößen forstlicher Maßnahmen:

Wiederholungsfrequenz 3,33 Jahre	Arbeitsstunden [h/km]	Maschinenarbeitsstunden [h/km]
Fichte	58,14	16,41
Kiefer	46,89	7,81
Eiche	47,53	13,87
Buche	64,54	19,10

Tab. 75 Standardisierte Aufwandsgrößen forstlicher Maßnahmen bei einer Wiederholungsfrequenz von 3,33 Jahren

Nachfolgende Tabelle bietet einen Überblick über die wichtigsten Parameter der anschließenden Berechnungen je Baumart. Neben den angefallenen Arbeits- und Maschinenarbeitsstunden ist zusätzlich der gewichtete Stundensatz für die vier Hauptbaumarten abgebildet (vgl. Kapitel 5.4.2.2.1, 5.4.3.2.1, 5.4.3.2.3).

	Fichte	Kiefer	Eiche	Buche
Vorbeugende Maßnahmen				
Arbeitsstunden [h/km]	58,14	46,89	47,53	64,54
MAS [h/km]	16,41	7,81	13,87	19,10
Wiederholungsfrequenz [Jahre]	3,33	3,33	3,33	3,33
Gesamtstunden pro Maßnahme [h/km]	74,55	54,70	61,40	83,64
gewichteter Stundensatz [€/h]	34,40	32,86	34,52	34,57
Akutmaßnahmen	Alle Baumarten			
Akutaufwand [h/km*a ⁻¹]	5,17			
gewichteter Stundensatz [€/h]	34,33			

Tab. 76 Abschätzung des Aufwandes durch forstliche Maßnahmen: Überblick über die der Abschätzung zugrunde liegenden Parameter

Die in der Untersuchung ermittelten Durchschnittswerte des Aufwands für forstliche Maßnahmen beziehen sich auf eine standardisierte Streckenlänge von 1 km. Analog zum Vorgehen in Kapitel 6.1.1 werden den ermittelten Werten eine baumartenspezifische Mittelhöhe (vgl. 6.1.1) und ein mittlerer Straßenabstand von 4m zugeordnet. Der untere Höhengrenzwert aus der Ertragstafel JÜTTNER und WIEDEMANN ist mit der Mittelhöhe des Bestandes gleichgesetzt. Somit entspricht einer bestimmten Risiko- bzw. Vorbeugungsfläche ein bestimmter zeitlicher Aufwand. Die ermittelten zeitlichen Werte werden finanziell bewertet, indem ihnen, wie im Kapitel 6.1.1 beschrieben, ein bestimmter Stundensatz zugeordnet wird.

Tab. 78-81 zeigen eine mögliche Bewertung der Kategorie "Forstliche Maßnahmen": Für die erste Tabelle werden exemplarisch Bewertung und Rechengang vorgestellt.

Der Bestand erreicht im Alter 50 die kritische Höhe von 13,8m (vgl. Kap. 5.3.2). Der Eichenbestand stockt an einer öffentlichen Straße und erstreckt sich über einen Kilometer Länge. Die Ergebnisse der Untersuchungen ergeben für die Baumart Eiche einen durchschnittlichen Zeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen von insgesamt 61,4 Arbeitsstunden je km und Maßnahme (inkl. Maschinenarbeitsstunden und Absperrung, vgl. Kap. 5.4.2.2.1 und Kap. 5.4.3.1.4) und 5,17 Stunden jährlich für Akutmaßnahmen.

Abschätzung des Aufwandes für forstliche Maßnahmen bezogen auf den Beginn einer Dekade für einen Abstand von 4m und das Alter 80:

$$\text{Aufwendungen für forstliche Maßnahmen pro Jahr} = \left(\frac{(61,40 \text{ h/km} \cdot 34,52 \text{ €/h})}{1,04^{3,33}} \right) + \left(\frac{61,40 \text{ h/km} \cdot 34,52 \text{ €/h}}{1,04^{6,66}} \right) \cdot \left(\frac{1,04^{10} \cdot (1,04 - 1)}{(1,04^{10} - 1)} \right) + 5,17 \text{ h/km} \cdot 34,33 \text{ €/h} \cdot (19,5\text{m} - 4\text{m}) \cdot 1/18 = 523,60 \text{ €/km}$$

Um die Rechnung einfach nachvollziehen zu können, wird der Rechengang nochmals in Tabellenform dargestellt:

Verbale Beschreibung		€/km
Vorbeugender Aufwand, 1. Maßnahme		61,4 h x 34,52 €/h
	diskontiert	x 0,87756437
Vorbeugender Aufwand, 2. Maßnahme		61,4 h x 34,52 €/h
	diskontiert	x 0,77011922
Barwertsumme		3.492,31
	annuisiert	x 0,12329094
Akutauswand		5,17 h/km x 34,33 €/h
Summe		608,06
Ergebnis nach Linearisierung		x 15,5/18
		523,60

Tab. 77 Berechnungsdarstellung für forstliche Maßnahmen [€/km*a⁻¹]

Die Werte steigen bei konstantem Straßenabstand kontinuierlich mit der zunehmenden Baumhöhe an. Im letzten Jahr 200 des Bestandeslebens sind nur noch Akutmaßnahmen, keine vorbeugenden Maßnahmen erforderlich. Dies erklärt den in der Größenordnung deutlich unter den vorherigen Werten liegenden Jahreswert im letzten Jahr des Bestandes.

Aus Gründen der Anschaulichkeit ist wie im Kapitel 6.1.1 in den nachfolgenden Tabellen nur jeweils der zehnte Jahreswert dargestellt. Es handelt sich um jährliche Werte.

€ je km		Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
Alter	Mittelhöhe	0	2	4	6	8	10	12
50	13,8	466,18	398,61	331,05	263,49	195,93	128,37	60,81
60	16,1	543,87	476,31	408,75	341,19	273,63	206,06	138,50
70	18,0	608,06	540,49	472,93	405,37	337,81	270,25	202,69
80	19,5	658,73	591,17	523,60	456,04	388,48	320,92	253,36
90	20,7	699,26	631,70	564,14	496,58	429,02	361,46	293,89
100	21,9	739,80	672,24	604,68	537,12	469,55	401,99	334,43
110	23,0	776,96	709,40	641,84	574,28	506,71	439,15	371,59
120	24,0	810,74	743,18	675,62	608,06	540,49	472,93	405,37
130	25,0	844,52	776,96	709,40	641,84	574,28	506,71	439,15
140	26,0	878,30	810,74	743,18	675,62	608,06	540,49	472,93
150	26,8	905,33	837,77	770,20	702,64	635,08	567,52	499,96
160	27,3	922,22	854,66	787,10	719,53	651,97	584,41	516,85
170	27,9	942,49	874,93	807,36	739,80	672,24	604,68	537,12
180	28,4	959,38	891,82	824,25	756,69	689,13	621,57	554,01
190	28,7	969,51	901,95	834,39	766,83	699,26	631,70	564,14
200	29,1	286,94	267,22	247,49	227,77	208,05	188,33	168,61

Tab. 78 Jährlicher Aufwand für forstliche Maßnahmen in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Eiche [€/km*a⁻¹]

€ je km		Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
Alter	Mittelhöhe	0	2	4	6	8	10	12
50	14,8	595,79	515,28	434,77	354,25	273,74	193,23	112,72
60	17,8	716,56	636,05	555,53	475,02	394,51	314,00	233,49
70	20,4	821,22	740,71	660,20	579,69	499,18	418,66	338,15
80	22,8	917,84	837,33	756,81	676,30	595,79	515,28	434,77
90	24,8	998,35	917,84	837,33	756,81	676,30	595,79	515,28
100	26,7	1074,84	994,32	913,81	833,30	752,79	672,28	591,76
110	28,3	1139,25	1058,73	978,22	897,71	817,20	736,69	656,17
120	29,7	1195,60	1115,09	1034,58	954,07	873,56	793,04	712,53
130	30,9	1243,91	1163,40	1082,89	1002,38	921,86	841,35	760,84
140	32,0	298,92	280,24	261,56	242,88	224,19	205,51	186,83

Tab. 79 Jährlicher Aufwand für forstliche Maßnahmen in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Buche [€/km*a⁻¹]

€ je km		Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
Alter	Mittelhöhe	0	2	4	6	8	10	12
40	11,9	461,76	384,15	306,54	228,94	151,33	73,73	0,00
50	15,9	616,97	539,36	461,76	384,15	306,54	228,94	151,33
60	19,4	752,78	675,17	597,57	519,96	442,35	364,75	287,14
70	22,2	861,43	783,82	706,21	628,61	551,00	473,40	395,79
80	24,5	950,67	873,07	795,46	717,86	640,25	562,64	485,04
90	26,5	1028,28	950,67	873,07	795,46	717,86	640,25	562,64
100	28,2	1094,24	1016,64	939,03	861,43	783,82	706,21	628,61
110	29,8	1156,33	1078,72	1001,12	923,51	845,91	768,30	690,69
120	31,1	306,66	286,94	267,22	247,49	227,77	208,05	188,33

Tab. 80 Jährlicher Aufwand für forstliche Maßnahmen in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Fichte [€/km*a⁻¹]

€ je km		Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
Alter	Mittelhöhe	0	2	4	6	8	10	12
40	12,6	455,81	383,46	311,11	238,76	166,41	94,06	21,71
50	15,1	546,24	473,89	401,54	329,19	256,84	184,49	112,14
60	17,2	622,21	549,86	477,51	405,16	332,81	260,46	188,11
70	19,2	694,56	622,21	549,86	477,51	405,16	332,81	260,46
80	20,7	748,82	676,47	604,12	531,77	459,42	387,07	314,72
90	22,0	795,85	723,50	651,15	578,80	506,45	434,10	361,75
100	23,2	839,26	766,91	694,56	622,21	549,86	477,51	405,16
110	24,1	871,82	799,47	727,12	654,77	582,42	510,07	437,72
120	24,9	900,76	828,41	756,06	683,71	611,36	539,01	466,66
130	25,7	929,70	857,35	785,00	712,65	640,30	567,95	495,60
140	26,3	311,19	287,53	263,86	240,20	216,53	192,87	169,20

Tab. 81 Jährlicher Aufwand für forstliche Maßnahmen in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Kiefer [€/km*a⁻¹]

6.1.3 Verkehrssicherungsaufwand im Rahmen regulärer Holzernte an Straßen

Wesentliche Erkenntnisse der deskriptiven Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Sicherungsmaßnahmen sind dann notwendig, wenn sich Straßen im Gefährdungsbereich der zu fällenden Bäume befinden (vgl. Kap. 5.5.1).
- In den Forstbetrieben werden vornehmlich kombinierte Maßnahmen aus Absicherung des Baumes und Absperrung der Straße ergriffen (vgl. Kap. 5.5.3.1).
- Die zusätzlichen sich aus Absperrung und Absicherung ergebenden Kosten werden in Bezug zu den Holzerntekosten im Bestand ohne Sicherungsmaßnahmen gesetzt.
- Im Mittel erhöhen sich die Holzerntekosten an öffentlichen Straßen im Vergleich zu Holzerntekosten ohne Sicherungsmaßnahmen um 62%.
- Zwischen den Baumarten ergeben sich keine signifikanten Unterschiede.

Wenn bekannt ist, in welchem Ausmaß sich die Holzerntekosten an Straßen erhöhen, kann bei Kenntnis von Aufarbeitungs- und Rückekosten und der nach Baumarten differenzierten Hiebssmasse je ha (aus den Ertragstafeln) die Mehrbelastung der Forstbetriebe analog der bereits bekannten Matrix (vgl. Kap. 6.1.1 und 6.1.2) berechnet werden. Eingangsgrößen sind Baumart, mittlere Baumhöhe und Abstand des Bestands zur Straße. Die sich aus den Erntekostenwerten je ha ergebenden Mehrbelastungen werden in Bezug zur Gefährdungsfläche gesetzt.

Folgende grundsätzliche Annahmen liegen dieser Abschätzung zugrunde:

- Der Gefährdungsbereich ist eine Kreisfläche mit einem Halbmesser der zweifachen Baumlänge.
- Aufarbeitungskosten pauschal 15 € / Efm o.R.
- Rückekosten pauschal 7 € / Efm o.R.
- Erhöhung der Holzerntekosten durch Sicherungsmaßnahmen beträgt 62%.
- Anfallende Erntemasse wird vollständig aufgearbeitet und gerückt.
- Angegebene Entnahmemengen (Efm o.R.) werden in einem Durchforstungsdurchgang je Jahrzehnt realisiert.
- Einmal im Jahrzehnt fallen Kosten für Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte an. In Unkenntnis des genauen Zeitpunkts der Holzerntemaßnahme werden die Aufwendungen im Schnitt in der Mitte der Dekade erwartet. Die

Aufwendungen werden deshalb um fünf Jahre auf den Beginn der Dekade abgezinst und über den Annuitätenfaktor auf die Dekade verteilt (Annuitätenfaktor für den Zeithorizont 10 Jahre: $[(1+i)^{10} * ((1+i)-1) / ((1+i)^{10}-1)]$; vgl. GRUNDMANN, 2003).

- Am Ende der Umtriebszeit wird der Bestand vollständig eingeschlagen.

Berechnungsbeispiel:

Bestockung Eiche, II Bonität, Alter: 80 Jahre

Entnahmesatz für die kommenden 10 Jahre: 30 Efm o.R. je ha

Rechengang für den jährlichen Mehraufwand regulärer Holzernte (2 x 19,5 m - 4 m) * 1000 m / 10.000 m² * (30 fm * (7€/fm+15 €/fm) * 0,62) / 1,04⁵ * (1,04¹⁰*(1,04-1)/(1,04¹⁰-1)) = 145,13 € / Km

Um die Rechnung einfach nachvollziehen zu können, wird der Rechengang nochmals in Tabellenform dargestellt.

Verbale Beschreibung		€/km
Holzerntefläche im Straßenbereich je km (A)	(2 x 19,5m - 4m) x 1000m	
Holzerntemenge je ha (B)	30 fm / 10.000m ²	
Aufwendungen für die Holzernte je fm (C)	(7 €/fm + 15 €/fm)	
Aufwendungen für die Holzernte je km	(A x B x C)	2.310,00
VS-Aufwand regulärer Holzernte	x 0,62	1.432,20
	Diskontiert	x 0,821927106
Annuisierter Jahreswert	x 0,12329094	145,13

Tab. 82 Berechnungsdarstellung für Aufwendungen im Rahmen regulärer Holzernte [€/km*a⁻¹]

Die hohen Jahreswerte im jeweils letzten Jahr des Bestandeslebens erklären sich aus dem Umstand, dass die komplette Masse des aufstockenden Bestandes genutzt wird.

€ je km			Mittlerer Straßenabstand in Metern						
Alter	Mittel- höhe	Efm o.R.	0	2	4	6	8	10	12
50	13,8	22	83,93	77,85	71,77	65,68	59,60	53,52	47,44
60	16,1	26	115,72	108,53	101,34	94,16	86,97	79,78	72,59
70	18,0	28	139,33	131,59	123,85	116,11	108,37	100,63	92,89
80	19,5	30	161,72	153,43	145,13	136,84	128,55	120,25	111,96
90	20,7	32	183,12	174,27	165,42	156,58	147,73	138,89	130,04
100	21,9	33	199,79	190,66	181,54	172,42	163,30	154,17	145,05
110	23,0	33	209,82	200,70	191,58	182,45	173,33	164,21	155,09
120	24,0	33	218,94	209,82	200,70	191,58	182,45	173,33	164,21
130	25,0	32	221,16	212,31	203,46	194,62	185,77	176,92	168,08
140	26,0	29	208,44	200,42	192,41	184,39	176,37	168,36	160,34
150	26,8	28	207,44	199,70	191,96	184,22	176,48	168,74	161,00
160	27,3	28	211,31	203,57	195,83	188,09	180,35	172,61	164,87
170	27,9	27	208,25	200,78	193,32	185,85	178,39	170,93	163,46
180	28,4	24	188,42	181,79	175,16	168,52	161,89	155,25	148,62
190	28,7	23	182,48	176,12	169,76	163,41	157,05	150,69	144,33
200	29,1	335	26.593,91	25.680,03	24.766,15	23.852,27	22.938,39	22.024,51	21.110,63

Tab. 83 Jährlicher Mehraufwand durch Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Eiche [€/km*a⁻¹]

€ je km			Mittlerer Straßenabstand in Metern						
Alter	Mittelhöhe	Efm	0	2	4	6	8	10	12
50	14,8	26	106,38	99,19	92,00	84,81	77,63	70,44	63,25
60	17,8	33	162,38	153,26	144,14	135,02	125,89	116,77	107,65
70	20,4	38	214,30	203,80	193,29	182,79	172,28	161,78	151,27
80	22,8	45	283,63	271,19	258,75	246,31	233,87	221,43	208,99
90	24,8	48	329,08	315,81	302,54	289,27	276,00	262,73	249,46
100	26,7	51	376,44	362,34	348,24	334,14	320,04	305,94	291,84
110	28,3	51	398,99	384,89	370,80	356,70	342,60	328,50	314,40
120	29,7	51	418,73	404,63	390,53	376,44	362,34	348,24	334,14
130	30,9	52	444,19	429,82	415,44	401,07	386,69	372,32	357,94
140	32,0	464	40505,34	39239,55	37973,76	36707,97	35442,18	34176,38	32910,59

Tab. 84 Jährlicher Mehraufwand durch Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Buche [€/km*a⁻¹]

€ je km			Mittlerer Straßenabstand in Metern						
Alter	Mittelhöhe	Efm	0	2	4	6	8	10	12
40	11,7	16	92,11	84,37	76,63	68,89	61,15	53,41	45,67
50	14,8	26	140,66	131,81	122,96	114,12	105,27	96,42	87,58
60	17,8	33	203,80	193,29	182,79	172,28	161,78	151,27	140,77
70	20,4	38	300,72	287,17	273,63	260,08	246,53	232,99	219,44
80	22,8	45	379,28	363,80	348,32	332,84	317,36	301,88	286,40
90	24,8	48	424,90	408,86	392,83	376,79	360,76	344,73	328,69
100	26,7	51	475,54	458,68	441,81	424,95	408,09	391,23	374,36
110	28,3	51	502,52	485,66	468,80	451,93	435,07	418,21	401,34
120	29,7	51	42505,24	41138,51	39771,78	38405,06	37038,33	35671,60	34304,87

Tab. 85 Jährlicher Mehraufwand durch Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Fichte [€/km*a⁻¹]

€ je km			Mittlerer Straßenabstand in Metern						
Alter	Mittelhöhe	Efm o.R.	0	2	4	6	8	10	12
40	12,6	27	94,05	86,58	79,12	71,65	64,19	56,73	49,26
50	15,1	31	129,40	120,83	112,26	103,69	95,12	86,55	77,99
60	17,2	32	152,16	143,31	134,46	125,62	116,77	107,92	99,08
70	19,2	32	169,85	161,00	152,16	143,31	134,46	125,62	116,77
80	20,7	32	183,12	174,27	165,42	156,58	147,73	138,89	130,04
90	22,0	32	194,62	185,77	176,92	168,08	159,23	150,39	141,54
100	23,2	34	218,06	208,66	199,26	189,86	180,46	171,06	161,67
110	24,1	34	226,52	217,12	207,72	198,32	188,92	179,52	170,12
120	24,9	32	220,27	211,43	202,58	193,73	184,89	176,04	167,19
130	25,7	32	227,35	218,50	209,66	200,81	191,96	183,12	174,27
140	26,3	286	20519,47	19739,26	18959,05	18178,85	17398,64	16618,43	15838,22

Tab. 86 Jährlicher Mehraufwand durch Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte in Abhängigkeit von Straßenabstand und Baumhöhe für die Baumart Kiefer [€/km*a⁻¹]

6.1.4 Gesamtabstschätzung der Aufwendungen für Verkehrssicherung

Die Addition der jährlichen baumartspezifischen Einzelwerte für die Aufwandskategorien Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte (vgl. Kapitel 6.1.1 bis Kapitel 6.1.3) ergibt eine Abschätzung der Summe der jährlichen Aufwendungen für Verkehrssicherung. Die nachfolgenden Tabellen stellen die addierten Jahreswerte der Tabellen aus Kap. 6.1.1 bis 6.1.3 dar (vgl. für die Baumart Eiche die Tab. 69, 78, 83; für Buche die Tab. 70, 79, 84; für Fichte die Tab. 71, 80, 85; für Kiefer die Tab. 72, 81, 86). Aus Gründen der Anschaulichkeit ist die Darstellung auf Zehnjahresschritte beschränkt.

€ je km		Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
Alter	Mittelhöhe	0	2	4	6	8	10	12
50	13,8	636,23	550,11	463,98	377,86	291,73	205,60	119,48
60	16,1	760,07	672,84	585,61	498,38	411,15	323,92	236,68
70	18,0	859,72	771,94	684,16	596,37	508,59	420,80	333,02
80	19,5	942,15	853,81	765,47	677,14	588,80	500,46	412,13
90	20,7	1011,57	922,68	833,79	744,90	656,01	567,12	478,23
100	21,9	1076,27	987,10	897,94	808,77	719,60	630,44	541,27
110	23,0	1130,33	1041,16	951,99	862,83	773,66	684,49	595,33
120	24,0	1179,47	1090,31	1001,14	911,97	822,81	733,64	644,47
130	25,0	1221,71	1132,82	1043,93	955,04	866,15	777,26	688,36
140	26,0	1249,01	1160,95	1072,89	984,83	896,77	808,71	720,65
150	26,8	1280,03	1192,25	1104,47	1016,68	928,90	841,11	753,33
160	27,3	1303,92	1216,13	1128,35	1040,56	952,78	864,99	777,21
170	27,9	1324,86	1237,35	1149,84	1062,34	974,83	887,32	799,81
180	28,4	1325,05	1238,37	1151,69	1065,01	978,34	891,66	804,98
190	28,7	1331,11	1244,71	1158,31	1071,91	985,50	899,10	812,70
200	29,1	27062,46	26116,38	25170,29	24224,21	23278,13	22332,05	21385,96

Tab. 87 Jährliche Aufwendungen für Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen; Baumart Eiche [€/km*a⁻¹]

€ je km		Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
Alter	Mittelhöhe	0	2	4	6	8	10	12
50	14,8	792,87	692,91	592,95	493,00	393,04	293,08	193,13
60	17,8	988,03	886,14	784,24	682,35	580,46	478,57	376,68
70	20,4	1160,54	1057,27	954,00	850,72	747,45	644,17	540,90
80	22,8	1341,20	1235,99	1130,78	1025,57	920,36	815,15	709,94
90	24,8	1479,42	1373,38	1267,34	1161,30	1055,26	949,22	843,19
100	26,7	1614,90	1508,03	1401,17	1294,30	1187,43	1080,56	973,69
110	28,3	1711,67	1604,81	1497,94	1391,07	1284,20	1177,34	1070,47
120	29,7	1796,35	1689,48	1582,62	1475,75	1368,88	1262,01	1155,14
130	30,9	1877,47	1770,33	1663,18	1556,04	1448,90	1341,75	1234,61
140	32,0	41000,38	39703,65	38406,91	37110,18	35813,45	34516,72	33219,99

Tab. 88 Jährliche Aufwendungen für Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen; Baumart Buche [€/km*a⁻¹]

€ je km		Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
Alter	Mittelhöhe	0	2	4	6	8	10	12
40	11,9	625,43	528,05	430,68	333,31	235,93	138,56	45,67
50	15,9	853,24	754,76	656,28	557,80	459,32	360,84	262,36
60	19,4	1073,23	973,09	872,96	772,82	672,68	572,54	472,41
70	22,2	1295,64	1192,46	1089,28	986,10	882,93	779,75	676,57
80	24,5	1477,28	1372,17	1267,06	1161,94	1056,83	951,71	846,60
90	26,5	1612,53	1506,86	1401,20	1295,53	1189,86	1084,20	978,53
100	28,2	1739,36	1632,87	1526,37	1419,87	1313,38	1206,88	1100,39
110	29,8	1838,05	1731,55	1625,06	1518,56	1412,07	1305,57	1199,07
120	31,1	42998,91	41600,44	40201,96	38803,49	37405,01	36006,54	34608,06

Tab. 89 Jährliche Aufwendungen für Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen; Baumart Fichte [€/km*a⁻¹]

€ je km		Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
Alter	Mittelhöhe	0	2	4	6	8	10	12
40	12,6	610,47	521,03	431,60	342,16	252,73	163,29	73,85
50	15,1	748,29	657,75	567,21	476,67	386,12	295,58	205,04
60	17,2	857,11	766,29	675,47	584,66	493,84	403,02	312,20
70	19,2	956,77	865,96	775,14	684,32	593,50	502,69	411,87
80	20,7	1031,52	940,70	849,89	759,07	668,25	577,43	486,62
90	22,0	1096,30	1005,49	914,67	823,85	733,03	642,22	551,40
100	23,2	1168,93	1077,56	986,19	894,82	803,45	712,08	620,71
110	24,1	1214,28	1122,91	1031,53	940,16	848,79	757,42	666,05
120	24,9	1240,82	1150,00	1059,18	968,36	877,55	786,73	695,91
130	25,7	1280,68	1189,86	1099,05	1008,23	917,41	826,59	735,78
140	26,3	20957,18	20143,69	19330,19	18516,70	17703,21	16889,71	16076,22

Tab. 90 Jährliche Aufwendungen für Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen; Baumart Kiefer [€/km*a⁻¹]

6.1.5 Verwaltungsaufwand für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen

Die vorstehenden Berechnungen verstehen sich ohne Verwaltungs- und Planungsaufwendungen. Aufwand hierfür fällt beispielsweise an, wenn andere Institutionen informiert werden müssen (z.B. Straßenbauamt, Feuerwehr). Planungs- und Verwaltungsaufwendungen sind somit gesondert anfallende Aufwendungen. Im Rahmen der Untersuchung wurden diese Aufwendungen in ihrer Größenordnung für öffentliche Straßen und Bahnstrecken erhoben. Zur besseren Abgrenzung von den unmittelbaren Aufwendungen für Kontrolle, Forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte sind die Verwaltungs- und Planungsaufwendungen separat aufgeführt. Da diese Aufgaben wohl vornehmlich vom Revierleiter durchgeführt werden, wird ein Stundensatz von 41€ in Ansatz gebracht (vgl. Kap. 5.3.9, 5.4.7, 5.5.7 und 6.1.1).

	Mittlerer jährlicher Aufwand [h/km]	Finanziell bewerteter Aufwand [€/km]
Kontrolle	1,1	45,10
Forstliche Maßnahmen	3,7	151,70
Mehraufwand regulärer Holzernte	3,0	123,00
Gesamt	7,8	319,80

Tab. 91 Überblick über jährliche Verwaltungs- und Planungsaufwendungen für die Verkehrssicherungskategorien Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung

Die Größenordnung der ermittelten jährlichen Planungs- und Verwaltungsaufwendungen ist mit jährlich 7,8 Stunden bei einem Stundensatz von 41€ mit 319,80 € je km öffentlicher Straße erheblich. Inwieweit diese zusätzlichen Aufwendungen in eine Bewertung einfließen können, ist im konkreten Einzelfall zu entscheiden und richtet sich wohl primär nach den örtlichen Gegebenheiten und Angemessenheitsvorstellungen. In den weiteren Berechnungen des Kapitels 7 auf Basis der Faustmannformel sind diese zusätzlichen Aufwendungen deshalb nicht berücksichtigt.

6.2 Verkehrssicherungsaufwand an Forststraßen

Gegenüber den umfangreichen Daten zur Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen stehen Daten zur Verkehrssicherung an Forststraßen in geringerem Ausmaß zur Verfügung, da Schwerpunkt der vorliegenden Untersuchung Verkehrssicherungsmaßnahmen an öffentlichen Straßen waren. Gleichwohl soll der Versuch unternommen werden, eine Abschätzung des Aufwandes für Verkehrssicherung an Forststraßen zu treffen. Wie im Kapitel 6.1 wird anhand der drei Verkehrssicherungskategorien (Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte) vorgegangen.

Kontrolle (vgl. Kap. 5.3.3.1):

Für Kontrollen an Forststraßen werden im Schnitt benötigt für

- Eiche: 0,80 Stunden je km
- Buche: 0,90 Stunden je km
- Fichte: 0,91 Stunden je km
- Kiefer: 0,62 Stunden je km

Es wird bei der Abschätzung von der in der Literatur geforderten jährlichen Kontrolle ausgegangen (vgl. Kap. 3.4.1.1).

Forstliche Maßnahmen:

- Akutmaßnahmen (vgl. Kap. 5.4.2)

Durchschnittlich werden in den Revieren 2,25 Arbeitsstunden und 0,36 Maschinenarbeitsstunden je km Forststraße und Jahr aufgewendet (vgl. Kap. 5.4.2.2.1). Akutmaßnahmen werden vorwiegend von Waldarbeitern ausgeführt. Anfallende Maschinenarbeitsstunden werden mit einem Stundensatz von 50€, anfallende Arbeitsstunden mit 30€ bewertet (vgl. Kap. 6.1.1).

- Vorbeugende Maßnahmen (vgl. Kap. 5.4.3)

Offensichtlich bringen die Befragten Verkehrssicherungsmaßnahmen verstärkt mit öffentlichen Straßen und weniger mit Forststraßen in Verbindung. Im Rahmen der Untersuchung wurde festgestellt, dass in weniger als 7% aller Fälle Forststraßen Gegenstand vorbeugender Maßnahmen waren (vgl. Kap. 5.4.3.1.3). Die Vermutung liegt nahe, dass es sich bei diesen Forststraßen um besonders stark frequentierte

oder aus anderen Gründen schutzwürdige Forststraßen gehandelt hat. Zudem steht zu vermuten, dass an Forststraßen primär über Akutmaßnahmen Verkehrssicherung betrieben wird, da sich solche leicht und ohne größere Vorbereitungen wie beispielsweise dem Einschalten von Behörden in den Betriebsablauf integrieren lassen. Aus diesen Gründen wird die Abschätzung ausschließlich auf Basis anfallender Akutmaßnahmen vorgenommen.

- Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte (vgl. Kap. 5.5.3.2):

Im Mittel erhöhen sich die Holzerntekosten an Forststraßen um durchschnittlich 25%.

Verwaltungs- und Planungsaufwendungen finden an Forststraßen keine Berücksichtigung, da diese Maßnahmen im Rahmen des regulären Betriebsgeschehens durchgeführt werden können und eine Beteiligung Dritter (z.B. Behörden) im Regelfall nicht erwartet wird.

Auf Basis dieser Vorgaben werden analog der Vorgehensweise in Kap. 6.1 die Berechnungen durchgeführt, wobei der durchschnittliche Abstand von der Forststraße zum Waldbestand gutachtlich mit 2m und nicht wie an öffentlichen Straßen mit 4m angesetzt wird. In nachfolgender Tabelle sind die Eingangsparameter der linearen Abschätzung der Aufwendungen dargestellt (vgl. auch Tab. 68).

	Mittelhöhe [m]	Mittlerer Straßenabstand [m]	Faktor
Eiche	22	2	1/20
Buche	23	2	1/21
Fichte	22	2	1/20
Kiefer	19	2	1/17

Tab. 92 Parameter für die lineare Abschätzung der Kosten für Verkehrssicherung an Forststraßen

In den folgenden Tabellen sind die Gesamtaufwendungen für Verkehrssicherung (d.h. Aufwendungen für Kontrolle, Forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte) an Forststraßen dargestellt.

€ je km		Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
Alter	Mittelhöhe	0	2	4	6	8	10	12
50	13,8	115,47	101,19	86,90	72,62	58,34	44,06	29,78
60	16,1	141,89	127,16	112,44	97,71	82,98	68,25	53,52
70	18,0	162,65	147,70	132,75	117,80	102,85	87,90	72,94
80	19,5	180,55	165,38	150,20	135,03	119,86	104,68	89,51
90	20,7	196,28	180,88	165,48	150,09	134,69	119,29	103,90
100	21,9	210,10	194,59	179,08	163,57	148,06	132,56	117,05
110	23,0	220,65	205,14	189,63	174,13	158,62	143,11	127,60
120	24,0	230,24	214,74	199,23	183,72	168,21	152,70	137,19
130	25,0	237,05	221,65	206,26	190,86	175,46	160,07	144,67
140	26,0	237,84	222,78	207,71	192,65	177,59	162,53	147,46
150	26,8	242,17	227,22	212,27	197,32	182,36	167,41	152,46
160	27,3	246,69	231,74	216,78	201,83	186,88	171,93	156,98
170	27,9	249,00	234,16	219,32	204,48	189,64	174,80	159,96
180	28,4	243,96	229,46	214,95	200,45	185,94	171,44	156,93
190	28,7	243,34	228,95	214,55	200,16	185,77	171,37	156,98
200	29,1	10895,48	10515,15	10134,82	9754,49	9374,16	8993,83	8613,50

Tab. 93 Jährliche Aufwendungen für Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung an Forststraßen; Baumart Eiche [€/km*a⁻¹]

€ je km		Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
Alter	Mittelhöhe	0	2	4	6	8	10	12
50	14,8	129,16	114,60	100,05	85,49	70,94	56,38	41,82
60	17,8	169,23	153,89	138,55	123,22	107,88	92,55	77,21
70	20,4	205,31	189,42	173,53	157,64	141,74	125,85	109,96
80	22,8	247,26	230,59	213,91	197,24	180,57	163,89	147,22
90	24,8	277,24	260,23	243,23	226,22	209,21	192,20	175,20
100	26,7	307,41	290,07	272,73	255,38	238,04	220,70	203,36
110	28,3	325,83	308,49	291,15	273,81	256,46	239,12	221,78
120	29,7	341,95	324,61	307,27	289,93	272,58	255,24	237,90
130	30,9	359,21	341,76	324,31	306,85	289,40	271,94	254,49
140	32,0	16519,31	15997,26	15475,20	14953,14	14431,09	13909,03	13386,97

Tab. 94 Jährliche Aufwendungen für Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung an Forststraßen; Baumart Buche [€/km*a⁻¹]

€ je km		Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
Alter	Mittelhöhe	0	2	4	6	8	10	12
40	11,9	110,21	94,81	79,41	64,01	48,61	33,20	18,41
50	15,9	154,35	138,50	122,65	106,81	90,96	75,11	59,26
60	19,4	201,30	184,78	168,27	151,75	135,23	118,72	102,20
70	22,2	257,58	239,83	222,09	204,35	186,60	168,86	151,12
80	24,5	303,38	284,86	266,33	247,81	229,29	210,76	192,24
90	26,5	334,05	315,31	296,56	277,81	259,07	240,32	221,57
100	28,2	364,91	345,83	326,75	307,67	288,59	269,51	250,43
110	29,8	385,62	366,54	347,46	328,37	309,29	290,21	271,13
120	31,1	17330,18	16766,80	16203,42	15640,04	15076,66	14513,27	13949,89

Tab. 95 Jährliche Aufwendungen für Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung an Forststraßen; Baumart Fichte [€/km*a⁻¹]

€ je km		Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
Alter	Mittelhöhe	0	2	4	6	8	10	12
40	12,6	120,13	104,07	88,02	71,96	55,90	39,84	23,78
50	15,1	150,70	134,20	117,69	101,19	84,68	68,18	51,67
60	17,2	173,58	156,96	140,35	123,73	107,11	90,50	73,88
70	19,2	193,76	177,14	160,53	143,91	127,30	110,68	94,06
80	20,7	208,90	192,28	175,67	159,05	142,43	125,82	109,20
90	22,0	222,02	205,40	188,79	172,17	155,55	138,94	122,32
100	23,2	239,30	222,46	205,62	188,78	171,94	155,10	138,26
110	24,1	248,58	231,74	214,90	198,07	181,23	164,39	147,55
120	24,9	251,28	234,67	218,05	201,43	184,82	168,20	151,59
130	25,7	259,36	242,74	226,12	209,51	192,89	176,28	159,66
140	26,3	8445,58	8117,93	7790,28	7462,63	7134,98	6807,33	6479,68

Tab. 96 Jährliche Aufwendungen für Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte durch Verkehrssicherung an Forststraßen; Baumart Kiefer [€/km*a⁻¹]

6.3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die vorstehenden Tabellen zeigen die jährlich anfallenden Aufwendungen für Verkehrssicherung differenziert nach Baumarten. Die Ergebnisse werden nun abschließend zusammengefasst. Die Summe aller Aufwendungen ergibt sich, indem die absoluten jährlichen Aufwendungen unverzinst addiert werden. Durch Division der Summe aller Aufwendungen durch die Umtriebszeit ergibt sich der durchschnittliche jährliche Aufwand. Diese Größe gibt eine Abschätzung davon, wie groß die jährliche Belastung eines Forstbetriebes mit einem ausgeglichenen Altersklassenaufbau ist. Diese Betrachtungsweise greift auf die Idee des Normalwaldmodells zurück (vgl. ASSMANN, 1961). Will man dagegen Aussagen für einen Bestand treffen, wären alle Jahreswerte auf Null abzuzinsen und anschließend mit dem Annuitätenfaktor zu multiplizieren. Das Ergebnis ist natürlich abhängig vom gewählten Zinsfuß.

€ je km		Mittlerer Straßenabstand im Metern						
		0	2	4	6	8	10	12
Eiche: U=200	Summe aller Aufwendungen	171.544,34	158.473,34	145.402,33	132.331,32	119.260,31	106.189,30	93.118,29
	Ø Aufwendungen pro Jahr	857,72	792,37	727,01	661,66	596,30	530,95	465,59
Buche: U=140	Summe aller Aufwendungen	147.654,29	137.899,15	128.144,02	118.388,89	108.633,75	98.878,62	89.123,49
	Ø Aufwendungen pro Jahr	1.054,67	984,99	915,31	845,63	775,96	706,28	636,60
Fichte: U=120	Summe aller Aufwendungen	129.454,96	120.779,99	112.105,02	103.430,05	94.755,08	86.080,12	77.409,63
	Ø Aufwendungen pro Jahr	1.078,79	1.006,50	934,21	861,92	789,63	717,33	645,08
Kiefer: U=140	Summe aller Aufwendungen	109.289,42	100.190,87	91.092,31	81.993,75	72.895,20	63.796,64	54.698,08
	Ø Aufwendungen pro Jahr	780,64	715,65	650,66	585,67	520,68	455,69	390,70
Ungew. Ø	Summe aller Aufwendungen	139.485,75	129.335,84	119.185,92	109.036,00	98.886,09	88.736,17	78.587,37
	Ø Aufwendungen pro Jahr	942,96	874,88	806,80	738,72	670,64	602,56	534,49

Tab. 97 Summe der über das Bestandesleben angefallenen unverzinsten Aufwendungen und durchschnittlicher Aufwand pro Jahr für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen [€/km*a⁻¹]

€ je km		Mittlerer Straßenabstand im Metern						
		0	2	4	6	8	10	12
Eiche: U=200	Summe aller Aufwendungen	32.948,83	30.746,29	28.543,75	26.341,21	24.138,67	21.936,13	19.733,59
	Ø Aufwendungen pro Jahr	164,74	153,73	142,72	131,71	120,69	109,68	98,67
Buche: U=140	Summe aller Aufwendungen	30.680,12	29.064,88	27.449,65	25.834,42	24.219,19	22.603,96	20.988,73
	Ø Aufwendungen pro Jahr	219,14	207,61	196,07	184,53	172,99	161,46	149,92
Fichte: U=120	Summe aller Aufwendungen	29.846,66	28.258,10	26.669,55	25.081,00	23.492,44	21.903,89	20.315,95
	Ø Aufwendungen pro Jahr	248,72	235,48	222,25	209,01	195,77	182,53	169,30
Kiefer: U=140	Summe aller Aufwendungen	22.950,59	21.282,55	19.614,52	17.946,48	16.278,44	14.610,40	12.942,36
	Ø Aufwendungen pro Jahr	163,93	152,02	140,10	128,19	116,27	104,36	92,45
Ungew. Ø	Summe aller Aufwendungen	29.106,55	27.337,96	25.569,37	23.800,78	22.032,19	20.263,60	18.495,16
	Ø Aufwendungen pro Jahr	199,14	187,21	175,28	163,36	151,43	139,51	127,58

Tab. 98 Summe der über das Bestandesleben angefallenen unverzinsten Aufwendungen und durchschnittlicher Aufwand pro Jahr für Verkehrssicherung an Forststraßen [€/km*a⁻¹]

6.4 Volkswirtschaftliche Bedeutung der Ergebnisse

Ergänzend zu den vorstehenden betriebswirtschaftlichen Überlegungen am Einzelobjekt soll ein Blick auf die volkswirtschaftlichen Implikationen die vorliegende Arbeit abrunden. Hierzu ist es notwendig, eine Abschätzung der Größenordnung der gesamten Aufwendungen für Verkehrssicherung im öffentlichen und privaten Waldbesitz der BRD zu gewinnen. In Beziehung gesetzt zur sektoralen Wirtschaftsleistung des öffentlichen und privaten Waldbesitzes ergeben sich Überlegungen zur volkswirtschaftlichen Relevanz des Themas.

Als primäre Bezugseinheit zur Abschätzung der gesamten Verkehrssicherungsaufwendungen kann die Länge durch Wald führender öffentlicher und sonstiger Straßen angesehen werden. Um einen Überblick über die Größenordnung des an öffentlichen Straßen notwendigen Sicherungsaufwandes zu gewinnen, wird in einem ersten Schritt pro Bundesland ermittelt, auf welcher Streckenlänge insgesamt öffentliche Straßen durch Waldgebiete führen.

Als Methode zur Grobabschätzung der Länge öffentlicher Straßen im Wald bietet sich eine arithmetische Vorgehensweise an, die auf dem Verhältnis von Gesamtfläche zur Waldfläche der jeweiligen Bundeslands aufbaut. Grundsätzlich kann man annehmen, dass sich das Verhältnis von Wald- zur Gesamtfläche eines Bundeslandes wie das Verhältnis von Kilometern Straßen im bzw. am Wald zu Gesamtanzahl der Straßenkilometer eines Bundeslands verhält. Hierbei wird unterstellt, dass Wald und Straßen in der Fläche gleichmäßig verteilt sind. Ballungszentren fallen mit ihrer stark erhöhten Straßendichte nicht aus dem Rahmen, da gleichzeitig davon auszugehen ist, dass sich auch weniger Waldfläche im Ballungsraum befindet. Eine erhöhte Straßendichte entspricht deshalb im Ballungsraum nicht auch gleichzeitig einer erhöhten Anzahl von Straßen im Wald. Um die Genauigkeit zu erhöhen, wird die Gesamtanzahl Kilometer öffentlicher Straßen um die Anzahl Kilometer öffentlicher Straßen im Ort (Ortsdurchfahrten) reduziert. Analog hierzu beruhen die Berechnungen auf einer ebenfalls um Stadt- und Ortsflächen reduzierten Gesamtfläche.

Die Daten zu den überörtlichen öffentlichen Straßen wurden dem Statistischen Jahrbuch 2000 entnommen. Die Daten zu den Gemeindestraßen beruhen auf einer

Schätzung des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung, Berlin (1993). Bei dieser Schätzung wird nicht zwischen inner- und außerörtlichen Bereichen differenziert. Den berechneten Werten für Gemeindestraßen liegt deshalb das Verhältnis von Gesamtfläche der BRD zur Waldfläche der BRD zugrunde (vgl. Tab. 99 und 100).

	Straßen des überörtlichen Verkehrs [km]		BAB [km]	Bundesstraßen [km]		Land/Staatsstraßen [km]		Kreisstraßen [km]					
	Ins-gesamt	dar. Orts-durch-fahrten		Ins-gesamt	dar. Orts-durch-fahrten	Ins-gesamt	dar. Orts-durch-fahrten	Ins-gesamt	dar. Orts-durch-fahrten				
Deutschland	230665	53650	177015	11427	41386	9517	31869	86798	21200	65598	91054	22933	68121
Baden-													
Württemberg	27467	5874	21593	1021	4448	899	3549	9950	2347	7603	12048	2628	9420
Bayern	41689	7548	34141	2217	6854	1147	5707	13957	2856	11101	18661	3545	15116
Berlin	249	141	108	59	190	141	49						
Brandenburg	12522	3154	9368	766	2781	734	2047	5799	1601	4198	3176	819	2357
Bremen	112	32	80	48	64	32	32						
Hamburg	230	133	97	81	149	133	16						
Hessen	15940	3340	12600	956	3121	588	2533	7192	1563	5629	4671	1189	3482
Mecklenburg-													
Vorpommern	9701	2133	7568	262	2070	437	1633	3228	685	2543	4141	1011	3130
Niedersachsen	28219	5283	22936	1347	4831	750	4081	8332	1754	6578	13709	2779	10930
Nordrhein-													
Westfalen	29590	6973	22617	2165	5086	1352	3734	12590	3259	9331	9749	2362	7387
Rheinland-Pfalz	18405	3864	14541	829	3041	511	2530	7136	1529	5607	7399	1824	5575
Saarland	2031	714	1317	236	356	129	227	818	331	487	621	254	367
Sachsen	13529	6771	6758	436	2426	966	1460	4715	1913	2802	5952	3892	2060
Sachsen-Anhalt	10797	2939	7858	241	2321	728	1593	3834	1095	2739	4401	1116	3285
Schleswig-													
Holstein	9888	2021	7867	481	1713	313	1400	3602	796	2806	4092	912	3180
Thüringen	10296	2730	7566	282	1935	657	1278	5645	1471	4174	2434	602	1832

Gemeindestraßen werden nicht vom statistischen Bundesamt erfasst. Insgesamt schätzt das Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin, (1993) die Länge der Gemeindestraßen in der BRD auf 413.000 km.

Tab. 99 Datengrundlage für die Berechnung der Straßenlänge im Wald

	Flächen			Öffentliche Straßen im Wald						
	Landes- fläche [ha]	Flächen außerorts [ha]	Wald- fläche [ha]	Gesamt [km]	Überörtliche Straßen [km]	BAB [km]	Bundes- straßen [km]	Land- straßen [km]	Kreis- straßen [km]	Gemeinde- straßen [km]
Deutschland	35.702.217	33.599.017	10.424.100	175.504	54.919	3.545	9.887	20.352	21.135	120.585
Baden-Württemberg	3.575.163	3.340.363	1.363.500		8.814	417	1.449	3.103	3.845	
Bayern	7.054.796	6.746.896	2.441.200		12.353	802	2.065	4.017	5.469	
Berlin	89.022	43.622	17.200		43	23	19			
Brandenburg	2.947.636	2.819.436	1.029.200		3.420	280	747	1.532	860	
Bremen	40.423	27.523	600		2	1	1			
Hamburg	75.533	45.933	4.400		9	8	2			
Hessen	2.111.482	1.969.082	862.200		5.517	419	1.109	2.465	1.525	
Mecklenburg-Vorpommern	2.317.104	2.249.904	491.600		1.654	57	357	556	684	
Niedersachsen	4.761.351	4.522.751	965.600		4.897	288	871	1.404	2.334	
Nordrhein-Westfalen	3.407.986	3.026.486	789.800		5.902	565	974	2435	1.928	
Rheinland- Pfalz	1.984.686	1.885.086	811.100		6.257	357	1.089	2.413	2.399	
Saarland	257.019	227.519	89.100		516	92	89	191	144	
Sachsen	1.841.283	1.704.583	456.000		1.808	117	391	750	551	
Sachsen-Anhalt	2.044.683	1.945.783	430.800		1.740	53	353	606	727	
Schleswig-Holstein	1.576.880	1.497.180	135.100		710	43	126	253	287	
Thüringen	1.617.170	1.546.870	536.400		2.624	98	443	1.447	635	

Tab. 100 Länge öffentlicher Straßen im Wald nach Straßenklassen

Erwartungsgemäß rangiert Bayern als Flächenstaat mit gut 12.000 km öffentlicher Straßen im Wald (die Angaben verstehen sich ohne Gemeindestraßen) vor Baden-Württemberg mit knapp 9.000 km. Rheinland-Pfalz (6.000), NRW (6.000), Hessen (5.500) und Niedersachsen (5.000) bilden das Mittelfeld. In den neuen Bundesländern liegt Brandenburg mit gut 3.400 km an der Spitze, gefolgt von Thüringen (2.600), Sachsen (1.800), Sachsen-Anhalt (1.700) und Mecklenburg-Vorpommern (1.700). In Schleswig-Holstein (700) und im Saarland (500) führen vergleichsweise wenige öffentliche Straßen durch Waldgebiete. Mit rund 55.000 km überörtlichen öffentlichen Straßen und rund 120.000 km Gemeindestraßen führen bundesweit rund 175.000 km öffentliche Straßen durch Waldgebiete.

Die dargestellten Größenordnungen können zu einer Grobabschätzung der jährlichen Gesamtaufwendungen für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen verwendet werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass einem Kilometer Straße im Wald (beidseitig Wald neben der Straße) zwei Kilometer Verkehrssicherungsstrecken entsprechen, da Maßnahmen und Kontrolle der Verkehrssicherheit in der Regel für jede Straßenseite separat durchgeführt werden. Analog entspricht ein Kilometer öffentlicher Straße am Waldrand (einseitig Wald neben der Straße) auch einem Kilometer Verkehrssicherungsaufwand. Ausgehend von dieser Überlegung wird gutachtlich der Anteil öffentlicher Straßen, die einseitig am Wald entlangführen, mit 30% gewertet, wodurch sich an öffentlichen Straßen eine Verkehrssicherungsstrecke von rund 300.000 Kilometern ergibt. Unterstellt man durchschnittliche jährliche Aufwendungen in Höhe von 810 € je km und Jahr (vgl. Tab. 97), ergibt sich eine Größenordnung von 243 Mio. € jährlich, die bundesweit für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen aufgewendet werden.

Zusätzlich sind bei dieser Abschätzung diejenigen Aufwendungen zu berücksichtigen, die an Forststraßen und sonstigen Straßen (Wanderwege, Fahrradwege) anfallen. Die Bundeswaldinventur (BWI II, 2004, 46) weist rund 500.000 km Forststraßen und rund 60.000 Fuß-, Reit- und Radwege nach, die bundesweit durch den Wald führen. An Forststraßen und sonstigen Straßen sieht die Rechtsprechung beim Waldbesitzer eine allgemeine, keine besondere Sorgfaltspflicht begründet. Dies bedeutet jedoch nicht, dass eine Kontrolle unterlassen werden kann (vgl. Kap.3.4). Dem Waldbesitzer obliegt eine

Verkehrssicherungspflicht zumindest gegenüber atypischen Gefahren. Analog zur obigen Vorgehensweise wird unterstellt, dass 20% der Forststraßen und sonstigen Straßen am Wald entlang führen, also lediglich einseitig kontrolliert werden müssen. Unter der Annahme, dass im Wald alle Forststraßen und sonstigen Straßen beidseitig einer Kontrolle unterzogen werden, Akutmaßnahmen durchgeführt und Sicherungsmaßnahmen bei der Holzernte ergriffen werden, die über die üblichen Sicherungsmaßnahmen im Bestand hinausgehen, wurde in Kap. 6.3 je km Kontrollstrecke ein Wert von rund 190 € je Jahr berechnet (vgl. Tab. 98). Dies beruht auf der Annahme, dass zwei Meter Abstand zum Waldbestand für die überwiegende Mehrheit der Forststraßen zutreffen dürfte und eine ausgewogene Altersklassenverteilung der Bestände gegeben ist. Für sonstige Straßen, die rein rechtlich ähnlich wie Forststraßen zu bewerten sind (vgl. Kap. 3.4), wird dieser Wert übernommen. Diese Abschätzung ergibt folgenden jährlichen Gesamtaufwand für Verkehrssicherungsaufwendungen im öffentlichen und privaten Waldbesitz der BRD.

	Öffentliche Straßen	Forststraßen	Sonstige Straßen	Summe
Straßenlänge [km]	175.000	500.000	60.000	
Kontrollstrecken [km einseitig]	300.000	900.000	108.000	
durchschnittlicher Aufwand [€/km]	810	190	190	
Gesamtaufwand [€]	243 Mio.	171 Mio.	21 Mio.	435 Mio.

Tab. 101 Abschätzung des durch Verkehrssicherung von Straßen im Wald verursachten Gesamtaufwands in der BRD

Bezogen auf die sektorale Wirtschaftsleistung von insgesamt ca. 2,6 Mrd. € (Einschlag Holz 2004 in Höhe von 54 Mio fm; Quelle: Statistisches Bundesamt; multipliziert mit einem Durchschnittserlös von 48 €/fm) ergibt sich eine erhebliche Relevanz des Themas: Rund 17% des Holzumsatzvolumens werden für Verkehrssicherung aufgewendet.

Um eine Größenordnung der Aufwendungen auf Forstbetriebsebene zu erhalten, wird obige Kalkulation auf einen fiktiven Forstbetrieb mit 1000 ha Waldfläche

übertragen. Hierbei werden die Ausgangswerte aus Tab. 101 durch die Waldfläche der BRD in ha (BWI II) dividiert und anschließend mit 1000 ha multipliziert. Analog der bisherigen Vorgehensweise wird erwartet, dass 70% der öffentlichen Straßen und 80% der Forststraßen sowie sonstigen Straßen beidseitig im Wald liegen.

	Öffentliche Straßen	Forststraßen	Sonstige Straßen	Summe
Straßenlänge [km]	16	45	5	
Kontrollstrecken [km einseitig]	27	81	9	
Durchschnittlicher Aufwand [€/km]	810	190	190	
Gesamtaufwand [€]	21.870	15.390	1.710	38.970

Tab. 102 Abschätzung des jährlichen Gesamtaufwands für Verkehrssicherung von Straßen im Wald in einem fiktiven 1000 ha - Forstbetrieb

Aus Tab. 102 ergeben sich jährliche Belastungen des Forstbetriebs in Höhe von 38,97 €/ha. Angesichts eines durchschnittlichen Reinertrags von 65 €/ha (Produktionsbereich Holz Reinertrag ohne Fördermittel, Quelle Testbetriebsnetz 2004) lässt sich die erhebliche Bedeutung der Belastungen durch Verkehrssicherung erkennen. Die Betrachtungen auf BRD- und Forstbetriebsebene zeigen die Relevanz des Themas. Holzmärkte sind vollkommene Märkte, transparent und global. Preisbildende Faktoren sind sichtbar und relevant. Es liegt auf der Hand, dass weniger dicht besiedelte Wirtschaftsräume mit geringerem Verkehrsaufkommen und geringerer Verkehrswegedichte geringere Aufwendungen für Verkehrssicherung zu erwarten haben. Größere Relevanz jedoch hat der Gedanke, dass nicht in jedem Wirtschaftsraum Verkehrssicherungsaufwendungen in vergleichbarer Höhe geleistet oder von den Forstbetrieben getragen werden müssen. Dies ist beispielsweise dort der Fall, wo das Haftungsrecht nicht vergleichbar entwickelt ist. Hieraus ergibt sich ein erheblicher Standortnachteil für den öffentlichen und privaten Waldbesitz der BRD, der in der forstpolitischen Diskussion nicht hinreichend Beachtung findet.

7 Bewertungsmodell für Aufwendungen zur Verkehrssicherung

Mit vorstehenden Ergebnissen sind die Voraussetzungen geschaffen, den Ansatz zu verallgemeinern und damit genereller Anwendung zu öffnen. Es gilt, eine Modellstruktur zu schaffen, die geeignet ist, die methodischen Grundlagen zur Berechnung der Aufwendungen zu legen, die Forstbetrieben an Verkehrswegen entstehen. Diese Modellstruktur kann erstens die Grundlage für Entschädigungsforderungen im Einzelfall sein. Eine zweite Möglichkeit ist, über das Modell der Verkehrssicherungsaufwendungen eine Grundlage für eine Konvention zu schaffen, über die Verkehrssicherungsaufwendungen generell abgegolten werden könnten. Drittens soll den Forstbetrieben ein Entscheidungsmodell zur Bewirtschaftung von Wäldern entlang von Straßen zur Verfügung gestellt werden.

Zentrale Anforderung an das Modell ist das Kriterium der Objektivierung. Dies bedeutet, dass die Herleitung von Aufwendungen sowohl seitens Beteiligten wie seitens Dritter nachprüfbar sein muss, damit von den bei jeder Bewertung gegebenen individuellen (Nutzen-)Erwartungen der beteiligten Bewertungssubjekte abstrahiert werden kann (vgl. MOOG 2003). Aus der Wildschadens- und der Waldbewertung sind grundlegende Prinzipien bekannt, die auf die nachfolgende Abschätzung übertragbar erscheinen. MOOG, NIEBLER (1997) nennen folgende Prinzipien:

- Transparenz für alle Beteiligten
- Anpassungsfähigkeit an die jeweiligen Verhältnisse
- Ökonomisch unplausible Ergebnisse müssen ausgeschlossen sein
- Ermittlung einer Entschädigung muss ohne Sachverständigen möglich sein (Transaktionskosten!)
- Herleitung der Werte muss auch für Laien nachvollziehbar sein

Im Kapitel 7.1 wird nach den Grundsätzen der Ertragsbewertung und des Bodenertragswertes von FAUSTMANN (1849) die methodische Grundlage für die Bewertung von Verkehrssicherungsaufwendungen vorgestellt. Im Kapitel 7.2 wird anschließend eine detaillierte Modellstruktur auf Basis der Faustmannformel zur Bewertung von Verkehrssicherungsaufwendungen vorgeschlagen. In den Kapiteln

7.2.1-7.2.4 wird im Rahmen der Darstellung einer formalen Modellstruktur zu den Teilaspekten der Verkehrssicherung (Kontrolle, forstliche Maßnahmen, Mehrkosten im Rahmen regulärer Holzernte) auch weiterer Forschungsbedarf aufgezeigt. Abschließend wird in Kapitel 7.3 anhand der in der Untersuchung gewonnenen empirischen Daten (vgl. Kap. 6) eine Bewertung der Aufwendungen für Verkehrssicherung auf Basis der Faustmannformel vorgenommen. Dabei wird auf das in Kap. 7.2 vorgestellte Bewertungsmodell zurückgegriffen.

7.1 Methodik der Bewertung

Aufwendungen für Verkehrssicherung sind in den Kontrollstreifen längs der Verkehrswege an die Entwicklung des Baumbestandes gebunden: So fallen im Jugendstadium keine Aufwendungen an, solange der Baumbestand nicht die kritische Höhe (vgl. Kapitel 5.3.2 und 5.5.3.1) erreicht hat. Nach Überschreiten dieser Schwelle steigen die Aufwendungen mit zunehmender Höhe des Baumbestandes (vgl. Kapitel 5.4.3.2.2). Mit erfolgter Nutzung des Bestandes im Erntealter enden die Aufwendungen für Verkehrssicherung, solange nicht durch die Neubegründung eines Baumbestandes ein neuer Zyklus beginnt. Solange allerdings die kritische Höhe nicht erreicht ist, beginnt der neue Zyklus mit einer Phase ohne Aufwand.

Aufwendungen für Verkehrssicherung fallen also in unterschiedlich hohem Ausmaß in unterschiedlichen Phasen über einen sehr langen Zeitraum an. Dieser Zeitraum umfasst meist Jahrzehnte, bei Baumarten mit sehr langen Umtriebszeiten wie der Eiche auch über ein Jahrhundert. Es ist daher naheliegend, bei der Wahl der Bewertungsmethode auf ein dynamisches Verfahren (Ertragswertverfahren) zurückzugreifen.

7.1.1 Ertragsbewertung als methodisches Grundgerüst

Der Ansatz der Ertragsbewertung geht von der Annahme aus, dass sich der Wert eines Bewertungsobjektes nach dem zu erwartenden finanziellen Nutzen des Objektes bemisst. Bei der Ertragsbewertung werden deshalb alle zukünftig zu erwartenden Ein- und Auszahlungen unter Verwendung eines Zinsfußes auf den Bewertungsstichtag bezogen. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass der Zeitfaktor durch Abzinsung zukünftiger Zahlungen explizit berücksichtigt wird.

Künftige Zahlungsströme sind abzuzinsen (vgl. WÖHE 1990).

Weist ein Bewertungsobjekt einen jährlich gleich bleibenden, nachschüssigen Reinertrag (Rente) auf, so kann dieser Reinertrag mit einem geeigneten Zinsfuß kapitalisiert werden. Der Zeithorizont der jährlich gleich bleibenden Erträge ist in diesem Fall unendlich (ewige Rente). Der auf diese Weise berechnete Ertragswert des Bewertungsobjektes würde im Falle einer Anlage mit einer Rendite in Höhe des gewählten Zinsfußes eine ewige, jährlich nachschüssige Rente in Höhe der jährlichen Reinerträge des Bewertungsobjektes liefern. Damit entspricht der Ertragswert dem Kalkül, dass sich der Wert eines Objektes aus der kapitalisierten Rente des Objektes ergibt.

$$\text{Ertragswert} = \frac{\text{jährlicher Netto - Ertrag}}{i}$$

i= Zinsfuß in Hundertstel (z.B. 5% = 0,05)

Obige Formel gilt für den Sonderfall, bei dem ewige, jährlich gleich bleibende Erträge erwartet werden. Nun ist bei den meisten Ertragsbewertungen selten mit ewigen, in ihrer Höhe gleich bleibenden, jährlichen Erträgen zu rechnen (so auch in vorliegenden Fall nicht mit gleich bleibenden Aufwendungen). Der Zeithorizont der zu erwartenden Erträge ist oft nicht unendlich, sondern auf eine bestimmte Periode beschränkt. Meist variieren die jeweiligen Erträge und Aufwendungen hinsichtlich Höhe und zeitlichem Anfall. Begrenzt man den Zeithorizont, können diese variierenden Erträge und Aufwendungen durch eine Anpassung der Formel berücksichtigt werden:

$$\text{Ertragswert} = \sum_{n=1}^N \frac{E_n - A_n}{(1+i)^n}$$

p=Kalkulationszinsfuß

E=Erträge am Ende der Periode n

A=Aufwendungen am Ende der Periode n

n=Perioden (n=1,2,3...N)

N=Nutzungsdauer des Bewertungsobjektes

i=Zinsfuß in Hundertstel

Der Vorteil dieser als finanzmathematische oder dynamische Methode bezeichneten Bewertung liegt darin, dass insbesondere bei langlebigen Bewertungsobjekten der Einfluss der Zeit berücksichtigt werden kann und damit längerfristige Ertrags- und Aufwandsentwicklungen im Zeitablauf in die Bewertung einfließen können. Genau an diesem Punkt setzt aber auch die Kritik an dem Ertragswertverfahren an. WÖHE (1990, 783) weist darauf hin, dass die Bewertung auf „mehr oder weniger grobe Schätzungen angewiesen“ ist, da die Abschätzung von Erträgen, Aufwendungen und Kalkulationszinsfuß der Zukunft zwangsläufig mit einer gewissen Unsicherheit verbunden ist. Dieses Argument ist jedoch zu relativieren. Je weiter die Schätzungen in der Zukunft liegen, desto geringer wird durch die Verzinsung ihr Gewicht, mit der sie in die Bewertung eingehen.

Bei Anwendung finanzmathematischer Bewertungsverfahren ist es prinzipiell unerheblich, ob positive oder negative Erträge innerhalb der Perioden anfallen. Aufwendungen wie Erträge können auf den jeweiligen Bewertungszeitpunkt bezogen werden. Aufwendungen für Verkehrssicherung fallen in unterschiedlichen Phasen der Bestandesentwicklung in unterschiedlicher Höhe an und sind an die Entwicklung des Waldbestands gekoppelt (vgl. Kap. 6.1). Daher bietet es sich an, auf ein Verfahren aus der Waldbewertung zurückzugreifen. Das Verfahren des Bodenerwartungswertes von FAUSTMANN (1849) erscheint als Ausgangsbasis für weitere Überlegungen besonders geeignet.

7.1.2 Bodenerwartungswert von Faustmann als Grundlage eines Bewertungsmodells für Aufwendungen zur Verkehrssicherung

Der von Faustmann entwickelte Bodenerwartungswert (auch als Bodenertragswert oder Faustmann'sche Formel bezeichnet) kann als zentrales Kalkül der Bewertung und Bewirtschaftung von Waldbeständen betrachtet werden. Der grundsätzliche Ansatz ist, vom Ertragswert (s.o.) der periodisch eingehenden Reinerträge die kapitalisierten Wirtschaftskosten abzuziehen (vgl. MANTEL 1962). Der Bodenerwartungswert bezieht sich auf den Wert eines unbestockten Stück Bodens zu Beginn eines Bestandeslebens, also das Bestandesjahr Null, dessen noch zu begründender Waldbestand im Laufe des Bestandeslebens gepflegt, durchforstet

und schließlich endgenutzt wird. Daran schließt immer wieder aufs Neue ein identischer Zyklus an. Formal handelt es sich um den „Barwert einer ewigen periodischen nachschüssigen Rente, deren Periodenlänge der Umtriebszeit entspricht“ (MOOG 2003, 10). Bei diesem Kalkül handelt es sich demnach um eine Betrachtungsweise mit dem Zeithorizont unendlich. Die Faustmann-Formel ist nachfolgend in der ursprünglichen Schreibweise von 1849 wiedergegeben.

$$B = \frac{E + rD - C(1,0p)^u}{1,0p^u - 1} - \frac{A}{0,0p}$$

B= Wert des holzleeren Waldbodens

E= Haubarkeitsertrag im Alter u

rD= prolongierte Durchforstungserlöse auf das Alter u

C= Kulturkosten

A= jährliche Verwaltungskosten

p= Zinsfuß in ganzen Zahlen

Die verwendeten Schreibweisen sind in der heutigen Zeit nicht mehr gebräuchlich. Aus diesem Grund sei die Faustmannformel in der heute üblichen Schreibweise nochmals aufgeführt.

$$\text{Bodenerwartungswert} = \frac{Au + \sum_{a=1}^u Da(1+i)^{u-a} - C(1+i)^u}{(1+i)^u - 1} - V$$

Au= erntekostenfreier Abtriebswert

Da= erntekostenfreier Durchforstungsertrag im Alter a

C=Kulturkosten

V=Verwaltungskostenkapital

U=Umtriebszeit

i= Zinsfuß in Hundertstel

7.2 Bewertungsmodell für Aufwendungen zur Verkehrssicherung

Das zentrale Bewertungs- und Entscheidungsmodell von Faustmann soll nun um die spezifischen Aspekte der Verkehrssicherungsaufwendungen erweitert werden. In Kapitel 2 und 5 ist dargelegt, dass sich Aufwendungen für Verkehrssicherung grundsätzlich in drei Blöcke gliedern lassen:

- Aufwendungen für Kontrolltätigkeiten
- Aufwendungen für forstliche Maßnahmen an Straßen zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit. Es wird zwischen akuten und vorbeugenden Maßnahmen unterschieden.
- Aufwendungen für Absicherung regulärer Holzerntemaßnahmen an Straßen

Ausgehend von dem Ansatz des Bodenerwartungswertes ist es nun möglich, in unterschiedlich hohem Ausmaß in unterschiedlichen Phasen über einen unterschiedlich langen Zeitraum anfallende Aufwendungen für Verkehrssicherung formal darzustellen. Der Erwartungswert des Verkehrssicherungsaufwands (EdV) bezieht sich auf das Jahr Null des Bestandeslebens und gilt für eine unendliche Abfolge von Perioden (vgl. Kap. 7.1.2).

$$\text{Erwartungswert des Verkehrssicherungsaufwands (EdV)} = \frac{\sum_{a=1}^u (K_a + AA_a + VA_a + MHE_a)(1+i)^{u-a}}{(1+i)^u - 1}$$

K= Kontrollaufwand

AA= akuter Aufwand

VA= vorbeugender Aufwand

MHE= Mehraufwand regulärer Holzernte

U=Umtriebszeit

i= Zinsfuß in Hundertstel

In der Bewertungspraxis dürfte der Bewertungszeitpunkt eher selten mit dem Beginn eines Bestandeslebens (also dem Bestandesalter Null) zusammenfallen. Für Forstbetriebe, die sich Aufwendungen für Verkehrssicherung in einem bestimmten Bestandesalter gegenüber sehen, ergeben sich aus dieser Überlegung heraus erstens Belastungen durch Verkehrssicherung aus der Zeit bis zur Endnutzung des aktuell aufstockenden Bestandes und zweitens Belastungen durch

Verkehrssicherung, die während der folgenden Umtriebszeiten auftreten. Der erste Wert lässt sich durch die Bildung des Barwerts der Aufwendungen für Verkehrssicherung ermitteln, indem während der laufenden Umtriebszeit anfallende Aufwendungen auf den Bewertungszeitpunkt diskontiert werden. Die Aufwendungen, die während der folgenden Umtriebszeiten auftreten, können über den Erwartungswert des Verkehrssicherungsaufwandes (EdV) in die Bewertung einfließen. Dieser ist um die Zeit bis zur Endnutzung der laufenden Periode bzw. bis zur Neubegründung des Folgebstands zu diskontieren. Barwert und diskontierter Erwartungswert sind zu addieren.

Erwartungswert des Verkehrssicherungsaufwandes (EdV) im Bestandesalter b:

$$\sum_{a=b}^u \left[\frac{K_a + AA_a + VA_a + MHE_a}{(1+i)^{(a-b)}} \right] + \frac{EdV}{(1+i)^{u-b}}$$

K= Kontrollaufwand

AA= akuter Aufwand

VA= vorbeugender Aufwand

MHE= Mehraufwand regulärer Holzernte

b= Bestandesalter zum Bewertungszeitpunkt

EdV= Erwartungswert des Verkehrssicherungsaufwandes (im Jahr Null)

i= Zinsfuß in Hundertstel

In den Unterkapiteln 7.2.1 – 7.2.3 wird nun, getrennt nach den drei Kategorien des Verkehrssicherungsaufwandes (Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte), detaillierter auf den Bewertungsansatz eingegangen. Hierbei wird auf Beispielswerte und eine fiktive Bestandesentwicklung zurückgegriffen, der methodische Ansatz sowie die sich im Laufe eines Bestandeslebens ergebenden Veränderungen stehen im Vordergrund der Betrachtungen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist die Darstellung auf Dekadenwerte beschränkt. Deshalb werden jährlich anfallende Aufwendungen für Verkehrssicherung (Kontrolle und Akutaaufwand) sowie in mehrjährigem Abstand anfallende Aufwendungen (vorbeugender Aufwand und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte) über die Bildung des Barwerts auf den Dekadenbeginn bezogen. Auf die Darstellung unterjähriger Werte wird verzichtet.

7.2.1 Bewertungsmodell für Kontrolltätigkeiten

Baumbestände an Straßen müssen entlang dieser Straßen in einer bestimmten Tiefe kontrolliert werden. Da sich die Kontrolltiefe in aller Regel rechtwinklig zum Straßenverlauf erstreckt, wird dadurch eine bestimmte Kontrollfläche definiert. Die Kontrollfläche ergibt sich demnach aus der Kontrolltiefe und der Straßenlänge. Mit zunehmendem Alter des Bestandes vergrößert sich wegen des Höhenwachstums die Kontrollfläche, auf der die Bäume kontrolliert werden müssen. Bei den nachfolgenden Überlegungen ist ein linearer Straßenverlauf unterstellt. Verläuft die Straße in Bögen, so müsste streng genommen die Kontrollfläche an der äußeren Kurvenseite vergrößert, an der Kurveninnenseite verringert werden. Dieser Umstand ist bei sehr kleinen Bogenradien wie z.B. bei Serpentin im Gebirge von praktischer Bedeutung und sollte dann im Einzelfall berücksichtigt werden.

Die Kontrolltiefe kann variieren. Zum ersten durch den Abstand des Baumbestandes zur Straße. Zum zweiten durch die Höhe der Bäume und zum dritten durch einen Sicherheitsfaktor, der unterschiedliche Sicherheitsphilosophien, unterschiedliche Risikobereitschaft des Bewertungssubjekts oder besondere Gefährdungssituationen berücksichtigt, wie z.B. Hanglagen mit hoher Reliefenergie. Geht man weiterhin davon aus, dass bis zum Erreichen einer kritischen Baumhöhe nicht kontrolliert werden muss, so lässt sich die Kontrolltiefe formal folgendermaßen darstellen:

Kontrollaufwand = 0, wenn Baumhöhe < kritische Höhe

Kontrolltiefe = (Baumhöhe x Sicherheitsfaktor) - Straßenabstand

Die Kontrollfläche ergibt sich durch Multiplikation mit der Straßenlänge.

Kontrollfläche = [(Baumhöhe x Sicherheitsfaktor) - Straßenabstand] x Straßenlänge

Nachfolgende Tabelle verdeutlicht diese Überlegungen anhand exemplarischer Werte.

Mittelhöhe	8m	16m	25m	30m
Sicherheitsfaktor	1,1	1,1	1,1	1,1
Kritische Höhe	12m	12m	12m	12m
Abstand zu Straße	2m	3m	3m	3m
Straßenlänge	1m	1m	1m	1m
Kontrollfläche je lfm	0 qm	14,6 qm	24,5 qm	30 qm

Tab. 103 Beispiel zur Berechnung der Kontrollfläche

Die in der Regel kontinuierlich zunehmende Höhe der Bäume macht eine Betrachtung sinnvoll, die das gesamte Bestandesleben umfasst. In nachfolgender Tabelle sind diese Überlegungen exemplarisch für ein Bestandesleben dargestellt. Im Vordergrund stehen das Prinzip der Bewertung und die Änderung der Werte im Laufe des Bestandeslebens. Es sind jeweils die Dekadenwerte abgebildet. Die innerhalb einer Dekade anfallenden Kontrollaufwendungen müssen auf den Dekadenbeginn bezogen werden. In der nachfolgenden Tabelle wird deshalb unter der vereinfachenden Annahme, die jährlichen Aufwendungen seien innerhalb einer Dekade in ihrer Höhe gleich, der Barwert einer 10-jährigen Rente unter Verwendung eines Zinsfußes von 4% gebildet (Faktor 8,11; Rentenbarwertfaktor einer endlichen Rente: $[(1+i)^n - 1] / (1+i) - 1$ $[1 / (1+i)^n]$; vgl. GRUNDMANN, 2003). Alternativ oder unter der Annahme, dass innerhalb einer Dekade unterschiedliche Jahreswerte auftreten, können diese auch einzeln auf den Dekadenbeginn diskontiert werden. Die Beispielsberechnung orientiert sich an den Ertragstafelwerten von WIEDEMANN (1936/42) für die Baumart Fichte, II. Bonität. Die Kontrollen beginnen mit Überschreitung der kritischen Höhe (hier 12m), der Sicherheitsfaktor ist eins, der Abstand zur Straße beträgt 0m, die Umtriebszeit des Bestandes wird aus Gründen der Anschaulichkeit reduziert auf 100 Jahre. Da die nachfolgenden Tabellen sich immer auf Dekadenwerte beziehen (z.B. die Dekade 90 auf die Jahre 90-99), bleibt streng genommen das letzte Jahr des Bestandeslebens unberücksichtigt. Dies kann dadurch kompensiert werden, wenn als Konvention eingeführt wird, dass die Endnutzung des Bestandes zu Beginn des letzten Bestandesjahres erfolgt.

Der formale Bewertungsansatz erfordert an dieser Stelle Daten, die im Rahmen der vorliegenden Erstuntersuchung zur Verkehrssicherungspflicht aus Kapazitätsgründen nicht erhoben werden konnten. Um eine realistische Kalkulation durchzuführen,

müsste bekannt sein, wie sich der Zeitaufwand pro Baum im Alter verändert. In dieser Hinsicht besteht noch eine Wissenslücke, die baldmöglichst durch empirische Untersuchungen geschlossen werden sollte. In der Beispielsrechnung (Tab. 104, Spalte 6) ist deshalb hilfswise ein konstanter Zeitwert von 0,001 Zeiteinheiten pro Baum verwendet worden. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf.

(1) Alters- stufe	(2) Mittel- höhe [m]	(3) Stamm- zahl je m ²	(4) Kontroll- fläche [m ² je lfm]	(5) Anzahl Stämme je lfm (Sp. 3 * Sp. 4)	(6) Zeit pro Stamm [h/Stamm]	(7) Zeit pro Kontrolle (Sp. 5 * Sp. 6)	Barwert einer 10- jährigen Rente (Sp.7 * 8,11)
40	11,90	0,2305	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000
50	15,90	0,1651	15,9000	2,6251	0,0010	0,0026	0,0213
60	19,40	0,1276	19,4000	2,4754	0,0010	0,0025	0,0201
70	22,20	0,0998	22,2000	2,2156	0,0010	0,0022	0,0180
80	24,50	0,0790	24,5000	1,9355	0,0010	0,0019	0,0157
90	26,50	0,0634	26,5000	1,6801	0,0010	0,0017	0,0136

Tab. 104 Beispiel für die Berechnung sich im Lauf des Bestandeslebens verändernder unterschiedlich hoher Kontrollaufwendungen (Dekadenwerte)

7.2.2 Bewertungsmodell für forstliche Maßnahmen

7.2.2.1 Akutmaßnahmen

Akutmaßnahmen sind notwendig, wenn sich durch plötzliche Veränderungen des dynamischen Systems Wald Gefährdungen der angrenzenden Verkehrswege ergeben. Mit zunehmendem Alter und damit Höhenwachstum vergrößert sich die Fläche, von der ein Risiko auf das Schutzobjekt ausgehen kann (Risikofläche). Der Aufwand für Akutmaßnahmen ist davon abhängig, wie häufig Bäume aus der Risikofläche zu Gefährdungen führen. Die Wahrscheinlichkeit für das Notwendigwerden einer Akutmaßnahme ist abhängig vom Abstand des Waldes zur Straße, von der Höhe (bzw. Alter) der Bäume und der Anzahl der Bäume. Den Aufwand kann man als Produkt aus dem mittleren Aufwand pro Baum und der

Anzahl der Bäume berechnen, von denen eine Gefahr ausgeht.

Das Risiko, dass diese Veränderungen zu Gefährdungen angrenzender Verkehrswege führen, ist umso größer, je geringer der Abstand der Verkehrswege und je höher der Waldbestand ist. Ausgehend von diesen Überlegungen kann aus der Höhe der Bäume, einem Sicherheitsfaktor, dem Abstand der Bäume zur Straße und der Straßenlänge eine Risikofläche (vgl. nachstehende Formel) definiert werden. Der Sicherheitsfaktor wird in der Ebene wohl zumeist den Wert 1 annehmen. Demgegenüber kann insbesondere in Gelände mit starkem Relief oder besonderen Sicherheitsphilosophien des Bewertungssubjektes der Sicherheitsfaktor auch höhere Werte annehmen. Formal lassen sich diese Ausführungen folgendermaßen darstellen:

$$\text{Risikofläche} = [(\text{Baumhöhe} \times \text{Sicherheitsfaktor}) - \text{Straßenabstand}] \times \text{Straßenlänge}$$

Grundsätzlich gilt dabei:

$$\text{Akutauswurf} = 0, \text{ wenn Abstand zur Straße} > (\text{Baumhöhe} \times \text{Sicherheitsfaktor})$$

Wird davon ausgegangen, dass Einflüsse wie Alter oder Pflegezustand die Wahrscheinlichkeit des Notwendigwerdens von Akutmaßnahmen erhöhen, muss der Zeitwert für Akutmaßnahmen je Stamm variabel gestaltet werden. Dabei ist es prinzipiell unerheblich, ob mit der Zahl aller Stämme und einer Wahrscheinlichkeit für eine Gefährdung gerechnet wird (damit ergibt sich die Zahl der Bäume, von denen eine Gefahr ausgeht), oder ob der Zeitwert gleich auf die Anzahl der Gefährdungsbäume bezogen wird.

Im Rahmen der vorliegenden Erstuntersuchung zur Verkehrssicherung konnten diese Daten nicht erhoben werden. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf, um diese Wissenslücke zu schließen. Die weiteren Berechnungsschritte in der anschließenden Beispielsrechnung werden deshalb analog der Vorgehensweise durchgeführt, wie sie bereits im Kapitel 7.2.1 vorgestellt wurden. Es wird auf einen einheitlichen Zeitwert für Akutmaßnahmen pro Stamm zurückgegriffen (Tab. 105, Spalte 6), der mit der Anzahl aller Stämme in der Kontrollfläche multipliziert wird. Damit ist unterstellt, dass die Wahrscheinlichkeit, mit der aus dem Kollektiv der

Bäume ein Baum zum plötzlichen Risikofaktor wird, für jeden Baum gleich ist. Einflüsse wie Pflegezustand oder Alter spielen in dieser Betrachtung keine Rolle. Innerhalb einer Dekade wiederkehrende jährliche Aufwendungen werden über den Barwert einer 10-jährigen Rente (Faktor 8,11) auf den Dekadenbeginn bezogen. Als zeitlicher Akutauswand [Stunden je Stamm] wird beispielhaft der Wert 0,002 verwendet, die Akutauswendungen beginnen mit Überschreitung der kritischen Höhe (hier 12m), der Sicherheitsfaktor ist eins, der Abstand zur Straße beträgt 0m, die Umtriebszeit des Bestandes beträgt 100 Jahre.

(1) Alters- stufe	(2) Mittel- höhe [m]	(3) Stamm- zahl je m ²	(4) Risiko- fläche [m ² je lfm]	(5) Anzahl Stämme (Sp. 3 * Sp. 4)	(6) Zeit pro Stamm akut pro Jahr [h/ Stamm]	(7) Zeit pro Akutma- ßnahme und Jahr (Sp. 5 * Sp. 6)	Barwert einer 10- jährig. Rente (Sp. 7 * 8,11)
40	11,90	0,2305	0,0000	0,0000	0,0020	0,0000	0,0000
50	15,90	0,1651	15,9000	2,6251	0,0020	0,0053	0,0426
60	19,40	0,1276	19,4000	2,4754	0,0020	0,0050	0,0402
70	22,20	0,0998	22,2000	2,2156	0,0020	0,0044	0,0359
80	24,50	0,0790	24,5000	1,9355	0,0020	0,0039	0,0314
90	26,50	0,0634	26,5000	1,6801	0,0020	0,0034	0,0273

Tab. 105 Beispiel für die Berechnung sich im Lauf des Bestandeslebens verändernder unterschiedlich hoher Akutauswendungen (Dekadenwerte)

7.2.2.2 Vorbeugende Maßnahmen

Im dynamischen System Wald führen kontinuierliche Wachstums- und Absterbeprozesse unter Umständen zu Gefährdungen angrenzender Schutzobjekte. Mit zunehmendem Alter vergrößert sich durch das Höhenwachstum der Bäume die Fläche, auf der diese Prozesse zu Gefährdungen führen können und damit vorbeugende Maßnahmen nach sich ziehen. Mit zunehmender Fläche erhöht sich so die Anzahl der Stämme, jedoch sinkt mit zunehmendem Alter die Anzahl der Stämme je Flächeneinheit, was kompensatorisch wirkt (vgl. Tab. 106, Spalten 3-5).

Grundsätzlich gilt:

Vorbeugender Aufwand = 0, wenn
Abstand zur Straße > (Baumhöhe x Sicherheitsfaktor)

Risikofläche = [(Baumhöhe x Sicherheitsfaktor) - Straßenabstand] x Straßenlänge

Analog zur Darstellung in Kap. 7.2.2.1 stellt sich die Frage, ob mit variablen oder fixen Zeitwerten für vorbeugende Maßnahmen, mit allen Bäumen oder nur denjenigen Bäumen des Kollektivs gerechnet werden soll, die erkennbar ein Risiko darstellen. Variable Zeitwerte pro Baum in Abhängigkeit von Alter und Pflegezustand und Daten zur Anzahl von Bäumen je Flächeneinheit, die eine Gefährdung darstellen, liegen nicht vor. Die nachfolgende Beispielsrechnung wird deshalb mit fixen Zeitwerten für vorbeugende Aufwendungen je Baum durchgeführt. Es wird jedoch angeregt, die bestehenden Wissenslücken durch Folgeuntersuchungen baldmöglichst zu schließen.

Es wird eine vorbeugende Maßnahme im Jahrzehnt unterstellt. In Unkenntnis des genauen Zeitpunkts wird die Maßnahme in der Mitte des Jahrzehnts erwartet und dementsprechend um 5 Jahre auf den Dekadenbeginn diskontiert (Faktor $1/1,04^5$). Als vorbeugender Aufwand [Stunden je Stamm] wird beispielhaft der Wert 0,02 verwendet, die vorbeugenden Maßnahmen beginnen mit Überschreitung der kritischen Höhe (hier 12m), der Sicherheitsfaktor ist eins, der Abstand zur Straße beträgt 0m, die Umtriebszeit des Bestandes beträgt 100 Jahre.

(1) Alters- stufe	(2) Mittel- Höhe	(3) Stamm- zahl je m ²	(4) Risiko- fläche [m ² je lfm]	(5) Anzahl Stämme (Sp. 3 * Sp. 4)	(6) Zeit pro Stamm [h/ Stamm]	(7) Zeit pro vorbeug. Maß- nahme (Sp. 5 * Sp. 6)	Barwert zu Dekaden- beginn (Sp. 7 / 1,04 ⁵)
40	11,90	0,2305	0,0000	0,0000	0,0200	0,0000	0,0000
50	15,90	0,1651	15,9000	2,6251	0,0200	0,0525	0,0432
60	19,40	0,1276	19,4000	2,4754	0,0200	0,0495	0,0407
70	22,20	0,0998	22,2000	2,2156	0,0200	0,0443	0,0364
80	24,50	0,0790	24,5000	1,9355	0,0200	0,0387	0,0318
90	26,50	0,0634	26,5000	1,6801	0,0200	0,0336	0,0276

Tab. 106 Beispiel für die Berechnung sich im Lauf des Bestandeslebens verändernder unterschiedlich hoher vorbeugender Aufwendungen (Dekadenwerte)

7.2.3 Bewertungsmodell für durch Verkehrssicherung verursachte Mehrkosten regulärer Holzernte

Die durch Verkehrssicherung verursachten Mehrkosten regulärer Holzernte treten in einem Korridor entlang von Straßen auf, die vor Gefahren durch die Holzerntemaßnahme geschützt werden müssen (Holzerntefläche im Straßenbereich). Die Tiefe des Korridors orientiert sich dabei an den Vorschriften der UVV (vgl. Kap. 5.5.1) und dem Sicherheitsbedürfnis des Bewertungsobjekts. Mit zunehmendem Alter und dem damit verbundenen Höhenwachstum wird die Holzerntefläche im Straßenbereich größer.

Grundsätzlich gilt dabei:

Mehraufwand regulärer Holzernte = 0, wenn
Abstand zur Straße > (2 x Baumhöhe x Sicherheitsfaktor)

$$\text{Holzerntefläche im Straßenbereich} = [(2 \times \text{Baumhöhe} \times \text{Sicherheitsfaktor}) - \text{Straßenabstand}] \times \text{Straßenlänge}$$

Mit zunehmendem Alter steigt also die Fläche, auf der zusätzliche Kosten bei der Holzernte anfallen. Mit zunehmendem Alter steigt auch die Holzerntemenge je Flächeneinheit. Durch das Stück-Masse-Gesetz (LÖFFLER, 1991) sinken aber die Holzerntekosten pro Mengeneinheit mit dem zunehmenden Alter des Bestandes. Es erscheint sinnvoll, die Holzerntemenge als Bezugsbasis zu verwenden, weil im Gegensatz zu den anderen Aufwandkategorien der Verkehrssicherung (Kontrolle, forstliche Maßnahmen) die Holzerntemasse als vorwiegende Bestimmungsgröße des Aufwands dieser Eingriffe angesehen werden kann.

Ist der jeweilige zeitliche Mehraufwand je entnommenem Festmeter bekannt, kann wie bei der Bewertung von Kontrolltätigkeiten vorgegangen werden. Als Mehraufwand der Holzernte [Stunden je entnommenem Festmeter] wird zunächst der Beispielswert 1,2 verwendet, der aufgrund steigender Stückmasse auf 0,50 absinkt. In nachfolgendem Bewertungsbeispiel wird eine Holzerntemaßnahme im Jahrzehnt unterstellt. In Unkenntnis des genauen Zeitpunkts wird die Holzerntemaßnahme in Mitte des Jahrzehnts erwartet und dementsprechend um 5 Jahre auf den Dekadenbeginn abgezinst. Die Mehraufwendungen für Verkehrssicherung beginnen mit Überschreitung der kritischen Höhe (hier 12m), der Sicherheitsfaktor ist eins, der Abstand zur Straße beträgt 0m, die Umtriebszeit des Bestandes beträgt 100 Jahre.

(1) Alters- stufe	(2) Mittel- höhe [m]	(3) Entnahme- menge [fm je m ²]	(4) Holzernte- fläche im Straßen- bereich [m ²]	(5) zusätzliche Zeit pro entnom- menem Festmeter	(6) Zeit pro HE-Maß- nahme (Sp. 3 * Sp. 4 * Sp 5)	Barwert zu Dekaden- beginn (Sp. 7 / 1,04 ⁵)
40	11,90	0,0028	0,0000	1,2000	0,0000	0,0000
50	15,90	0,0032	15,9000	1,2000	0,0611	0,0502
60	19,40	0,0038	19,4000	1,2000	0,0885	0,0727
70	22,20	0,0049	22,2000	1,2000	0,1305	0,1073
80	24,50	0,0056	24,5000	1,2000	0,1646	0,1353
90	26,50	0,0467	26,5000	1,2000	1,4851	1,2206

Tab. 107 Beispiel für die Berechnung sich im Lauf des Bestandeslebens verändernder unterschiedlich hoher Mehraufwendungen durch Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte (Dekadenwerte)

7.2.4 Gesamtmodell für durch Verkehrssicherung verursachte Aufwendungen

In den vorstehenden drei Einzelkapiteln wurden formale Bewertungsansätze für die drei einzelnen Kategorien der Verkehrssicherung, Kontrolle, forstliche Maßnahmen und Mehrkosten im Rahmen regulärer Holzernte vorgestellt. In einem finalen Schritt werden die separaten Bewertungsansätze in ein Gesamtmodell integriert.

Aus den Tabellen 104 bis 107 können die auf den Dekadenbeginn bezogenen zeitlichen Aufwendungen je lfm Straße und Jahrzehnt entnommen werden. Diese zeitlichen Aufwendungen werden zunächst aufsummiert, dann analog der modifizierten Faustmann'schen Formel auf das Alter u prolongiert und abschließend mit dem Rentenbarwertfaktor ($1/(1,04^{100}-1) = 0,0202$) multipliziert. In der nachfolgenden Tabelle ist dies an einem Rechenbeispiel dargestellt.

(1) Alters- stufe	(2) Barwert der Kontrolle [h/lfm]	(3) Barwert der Akutmaß- nahmen [h/lfm]	(4) Barwert der Zeit pro vorbeugender Maßnahme [h/lfm]	(5) Barwert der Zeit pro HE- Maßnahme [h/lfm]	(6) Summe der Barwerte [h/lfm] (Sp. 2+3+4+5)	Zinsfaktor (1,04 ^a) für Aufzinsung auf das Alter 90	Auf das Alter 90 prolongierte Dekadenwerte
40	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	7,1067	0,0000
50	0,0213	0,0426	0,0432	0,0502	0,1573	4,8010	0,7552
60	0,0201	0,0402	0,0407	0,0727	0,1737	3,2434	0,5634
70	0,0180	0,0359	0,0364	0,1073	0,1976	2,1911	0,4330
80	0,0157	0,0314	0,0318	0,1353	0,2142	1,4802	0,3171
90	0,0136	0,0273	0,0276	1,2206	1,2891	1,0000	1,2891
Summe							3,3578
Rentenbarwertfaktor							0,0202
Barwert der Zeit [h/lfm]							0,0678

Tab. 108 Berechnung des Barwerts des Zeitaufwands für Verkehrssicherung mittels des Rentenbarwertfaktors

Der auf diese Weise berechnete Barwert des Zeitaufwands kann monetär ausgedrückt werden, wenn dieser Zeitwert mit einem Stundensatz multipliziert wird. Hiermit existiert eine formale Modellstruktur zur Erfassung und Bewertung zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Bestandesleben anfallender komplexer Verkehrssicherungsleistungen im Forstbetrieb.

7.3 Bewertung der Aufwendungen für Verkehrssicherung auf Basis der Faustmannformel

In Kapitel 6 wurde auf Basis der empirischen Daten der Untersuchung eine Abschätzung der jährlichen Aufwendungen für Verkehrssicherung über ein Bestandesleben vorgestellt. Auf diese Daten wird nun zurückgegriffen.

Im Sinne einer dynamischen Bewertung werden die jährlichen Aufwandswerte analog zur in Kap. 7.2 beschriebenen Vorgehensweise in Abhängigkeit ihres zeitlichen Auftretens zunächst auf den Zeitpunkt U (Ende der Umtriebszeit) prolongiert. Durch Multiplikation mit dem Rentenbarwertfaktor ergibt sich der Barwert einer periodischen, ewigen Rente, wobei die Periodenlänge der Umtriebszeit entspricht. Es handelt sich also um den Spezialfall des Barwerts der Verkehrssicherungsaufwendungen im Alter Null mit dem Zeithorizont unendlich. Die Beträge wären geeignet, den Mehraufwand auf ewig zu kompensieren für den Fall, dass eine Straße durch eine Kultur (Alter=0) gebaut würde. Bei einer Anlage zum Zinssatz i wäre der Forstbetrieb in der Lage, alle Aufwendungen zu bestreiten. Der Barwert der Aufwendungen an Forststraßen kann zukünftig auch bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung bei Forststraßenneubau verwendet werden.

Das Ergebnis ist zunächst für öffentliche Straßen, anschließend für Forststraßen dargestellt. Die Tabellen zeigen die schon bekannten Summen der absoluten jährlichen Gesamtaufwendungen und die durchschnittlichen jährlichen Aufwendungen und werden nun um den Barwert der Verkehrssicherungsaufwendungen (Bewertung im Bestandesalter Null) erweitert.

Tabelle 109 bezieht sich auf Verkehrssicherungsaufwendungen an öffentlichen Straßen, Tabelle 110 auf Verkehrssicherungsaufwendungen an Forststraßen.

€ je km		Mittlerer Straßenabstand im Metern						
		0	2	4	6	8	10	12
Eiche: U=200	Barwert	2.708,53	2.412,83	2.117,13	1.821,44	1.525,74	1.230,04	934,35
Buche: U=140	Barwert	3.634,31	3.293,94	2.953,58	2.613,21	2.272,84	1.932,48	1.592,11
Fichte: U=120	Barwert	4.946,66	4.458,84	3.971,02	3.483,20	2.995,38	2.507,56	2.011,08
Kiefer: U=140	Barwert	3.945,63	3.500,05	3.054,47	2.608,89	2.163,31	1.717,73	1.272,15

Tab. 109 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen [€/km]

€ je km		Mittlerer Straßenabstand im Metern						
		0	2	4	6	8	10	12
Eiche: U=200	Barwert	417,47	372,86	328,25	283,64	239,03	194,42	149,81
Buche: U=140	Barwert	527,56	482,14	436,72	391,30	345,89	300,47	255,05
Fichte: U=120	Barwert	815,04	743,08	671,13	599,17	527,22	455,26	379,57
Kiefer: U=140	Barwert	670,73	597,69	524,65	451,60	378,56	305,52	232,48

Tab. 110 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an Forststraßen [€/km]

Der in obigen Tabellen dargestellte Barwert der Aufwendungen bezieht sich auf den Spezialfall einer Bewertung zum Bestandesalter Null am Beginn des Bestandeslebens. Der Bewertungshorizont ist unendlich. In der Bewertungsrealität wird jedoch der Bewertungszeitpunkt eher selten mit dem Bestandesalter Null zusammenfallen. Es gilt nun, in einem finalen Schritt den Bewertungsansatz ausgehend von der barwertigen Betrachtung einer breiteren Anwendung zu öffnen.

In Kapitel 7.2 wurde formal dargelegt, wie erwartete Aufwendungen für Verkehrssicherung zu einem beliebigen Bestandesalter b in eine Bewertung einfließen können. Hierzu wird zunächst für innerhalb der laufenden Periode anfallende Aufwendungen der Barwert gebildet, indem diese Aufwendungen auf den Bewertungszeitpunkt b diskontiert werden. Aufwendungen künftiger Perioden werden über den Erwartungswert des Verkehrssicherungsaufwandes berücksichtigt, der noch um die Zeit bis zur Endnutzung der laufenden Periode bzw. bis zur

Neubegründung des Folgebstands auf den Bewertungszeitpunkt t diskontiert werden muss. Barwert und diskontierter Erwartungswert sind zu addieren (vgl. Kap. 7.2).

Diese Beträge wären geeignet, den Forstbetrieb für den Bau einer Straße (bzw. die künftigen Verkehrssicherungsaufwendungen) zu kompensieren, wenn das Alter des durchschnittlichen Bestandes x Jahre beträgt und nach der Ernte des Bestandes ein gleichartiger Bestand begründet wird. Dieser Zyklus setzt sich ewig fort.

In den nachfolgenden Tabellen kommt dieser Bewertungsansatz zur Anwendung. Die Bewertung erfolgt zum jeweiligen Bestandesalter getrennt nach Baumarten, öffentlichen Straßen und Forststraßen.

€ je km	Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
	0	2	4	6	8	10	12
0	2.708,53	2.412,83	2.117,13	1.821,44	1.525,74	1.230,04	934,35
10	4.009,28	3.571,58	3.133,87	2.696,17	2.258,47	1.820,76	1.383,06
20	5.934,72	5.286,81	4.638,90	3.990,99	3.343,08	2.695,18	2.047,27
30	8.784,83	7.825,77	6.866,70	5.907,64	4.948,58	3.989,52	3.030,46
40	13.003,69	11.584,05	10.164,40	8.744,75	7.325,11	5.905,46	4.485,82
50	19.248,64	17.147,22	15.045,79	12.944,37	10.842,95	8.741,53	6.640,10
60	20.979,86	18.877,70	16.775,54	14.673,38	12.571,22	10.469,06	8.366,91
70	22.429,55	20.327,94	18.226,32	16.124,71	14.023,10	11.921,49	9.819,88
80	23.674,51	21.574,53	19.474,55	17.374,56	15.274,58	13.174,60	11.074,62
90	24.809,45	22.712,70	20.615,95	18.519,20	16.422,45	14.325,70	12.228,95
100	25.858,10	23.766,95	21.675,80	19.584,65	17.493,50	15.402,35	13.311,19
110	26.794,67	24.712,22	22.629,76	20.547,31	18.464,86	16.382,41	14.299,96
120	27.649,55	25.579,97	23.510,40	21.440,82	19.371,24	17.301,67	15.232,09
130	28.401,75	26.351,23	24.300,71	22.250,20	20.199,68	18.149,17	16.098,65
140	29.012,18	26.989,47	24.966,76	22.944,05	20.921,33	18.898,62	16.875,91
150	29.476,62	27.493,83	25.511,05	23.528,27	21.545,49	19.562,70	17.579,92
160	29.816,20	27.892,11	25.968,03	24.043,94	22.119,85	20.195,77	18.271,68
170	30.054,61	28.217,40	26.380,20	24.543,00	22.705,80	20.868,60	19.031,40
180	30.120,87	28.411,88	26.702,88	24.993,88	23.284,88	21.575,88	19.866,88
190	30.040,20	28.519,74	26.999,28	25.478,82	23.958,36	22.437,91	20.917,45
200	29.770,99	28.529,21	27.287,43	26.045,65	24.803,87	23.562,09	22.320,31

Tab. 111 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen; Bewertung erfolgt zum jeweiligen Bestandesalter; Baumart Eiche [€/km]

€ je km	Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
	0	2	4	6	8	10	12
Alter							
0	3.634,31	3.293,94	2.953,58	2.613,21	2.272,84	1.932,48	1.592,11
10	5.379,67	4.875,84	4.372,02	3.868,19	3.364,36	2.860,54	2.356,71
20	7.963,22	7.217,44	6.471,65	5.725,87	4.980,08	4.234,30	3.488,51
30	11.787,52	10.683,57	9.579,63	8.475,68	7.371,74	6.267,79	5.163,85
40	17.448,40	15.814,30	14.180,19	12.546,08	10.911,97	9.277,87	7.643,76
50	25.827,90	23.409,02	20.990,14	18.571,26	16.152,39	13.733,51	11.314,63
60	28.776,57	26.365,03	23.953,48	21.541,93	19.130,39	16.718,84	14.307,30
70	31.417,68	29.019,85	26.622,02	24.224,20	21.826,37	19.428,54	17.030,71
80	33.792,85	31.417,38	29.041,90	26.666,43	24.290,95	21.915,47	19.540,00
90	35.884,52	33.544,99	31.205,47	28.865,94	26.526,42	24.186,89	21.847,37
100	37.793,41	35.508,33	33.223,25	30.938,17	28.653,09	26.368,01	24.082,93
110	39.535,25	37.331,99	35.128,73	32.925,47	30.722,21	28.518,94	26.315,68
120	41.201,92	39.119,77	37.037,62	34.955,47	32.873,32	30.791,17	28.709,02
130	42.877,33	40.974,45	39.071,58	37.168,70	35.265,82	33.362,95	31.460,07
140	44.634,69	42.997,59	41.360,49	39.723,39	38.086,30	36.449,20	34.812,10

Tab. 112 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen; Bewertung erfolgt zum jeweiligen Bestandesalter; Baumart Buche [€/km]

€ je km	Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
	0	2	4	6	8	10	12
Alter							
0	4.946,66	4.458,84	3.971,02	3.483,20	2.995,38	2.507,56	2.020,59
10	7.322,27	6.600,17	5.878,08	5.155,99	4.433,89	3.711,80	2.990,97
20	10.838,7	9.769,87	8.700,99	7.632,12	6.563,25	5.494,37	4.427,37
30	16.043,9	14.461,7	12.879,6	11.297,4	9.715,21	8.133,01	6.553,59
40	23.749,0	21.406,9	19.064,9	16.722,9	14.380,8	12.038,8	9.700,92
50	27.396,4	25.060,3	22.724,2	20.388,0	18.051,9	15.715,7	13.379,0
60	30.588,5	28.262,8	25.937,0	23.611,2	21.285,4	18.959,6	16.633,0
70	33.438,9	31.130,9	28.822,9	26.514,9	24.207,0	21.899,0	19.589,8
80	36.078,4	33.801,2	31.524,1	29.246,9	26.969,8	24.692,6	22.413,7
90	38.665,8	36.437,2	34.208,6	31.980,0	29.751,3	27.522,7	25.291,4
100	41.365,7	39.209,7	37.053,7	34.897,7	32.741,7	30.585,7	28.425,8
110	44.372,9	42.325,7	40.278,4	38.231,2	36.183,9	34.136,6	32.083,5
120	47.945,5	46.059,2	44.172,9	42.286,6	40.400,3	38.514,1	36.619,1

Tab. 113 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen; Bewertung erfolgt zum jeweiligen Bestandesalter; Baumart Fichte [€/km]

€ je km	Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
	0	2	4	6	8	10	12
0	3.945,63	3.500,05	3.054,47	2.608,89	2.163,31	1.717,73	1.272,15
10	5.840,49	5.180,92	4.521,36	3.861,79	3.202,23	2.542,66	1.883,09
20	8.645,35	7.669,03	6.692,72	5.716,40	4.740,08	3.763,76	2.787,44
30	12.797,2	11.352,0	9.906,85	8.461,66	7.016,47	5.571,28	4.126,09
40	18.943,0	16.803,8	14.664,5	12.525,3	10.386,0	8.246,85	6.107,62
50	20.905,9	18.773,9	16.641,9	14.509,9	12.377,8	10.245,8	8.113,84
60	22.540,3	20.420,6	18.300,9	16.181,2	14.061,5	11.941,8	9.822,12
70	23.885,0	21.784,0	19.682,9	17.581,9	15.480,8	13.379,8	11.278,7
80	24.945,2	22.871,8	20.798,3	18.724,9	16.651,4	14.578,0	12.504,5
90	25.770,1	23.737,5	21.704,9	19.672,3	17.639,7	15.607,2	13.574,6
100	26.342,7	24.370,6	22.398,5	20.426,3	18.454,2	16.482,1	14.510,0
110	26.593,0	24.711,3	22.829,5	20.947,7	19.066,0	17.184,2	15.302,5
120	26.524,4	24.776,4	23.028,3	21.280,3	19.532,3	17.784,2	16.036,2
130	26.022,6	24.471,7	22.920,8	21.370,0	19.819,1	18.268,2	16.717,3
140	24.902,8	23.643,7	22.384,6	21.125,5	19.866,5	18.607,4	17.348,3

Tab. 114 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen; Bewertung erfolgt zum jeweiligen Bestandesalter; Baumart Kiefer [€/km]

€ je km	Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
Alter	0	2	4	6	8	10	12
0	417,47	372,86	328,25	283,64	239,03	194,42	149,81
10	617,96	551,93	485,89	419,86	353,83	287,79	221,76
20	914,73	816,98	719,24	621,49	523,75	426,00	328,26
30	1.354,02	1.209,34	1.064,65	919,96	775,28	630,59	485,90
40	2.004,28	1.790,11	1.575,94	1.361,77	1.147,60	933,43	719,25
50	2.966,83	2.649,80	2.332,78	2.015,75	1.698,73	1.381,70	1.064,67
60	3.249,55	2.931,62	2.613,69	2.295,75	1.977,82	1.659,89	1.341,95
70	3.491,54	3.172,93	2.854,31	2.535,70	2.217,08	1.898,47	1.579,85
80	3.707,67	3.388,38	3.069,08	2.749,79	2.430,49	2.111,20	1.791,91
90	3.914,50	3.594,53	3.274,56	2.954,59	2.634,62	2.314,66	1.994,69
100	4.119,27	3.798,63	3.477,99	3.157,35	2.836,71	2.516,07	2.195,43
110	4.325,07	4.003,60	3.682,14	3.360,67	3.039,20	2.717,74	2.396,27
120	4.547,36	4.224,67	3.901,98	3.579,29	3.256,60	2.933,91	2.611,22
130	4.797,11	4.472,61	4.148,11	3.823,61	3.499,11	3.174,60	2.850,10
140	5.091,62	4.764,28	4.436,93	4.109,58	3.782,23	3.454,88	3.127,54
150	5.467,48	5.135,42	4.803,36	4.471,31	4.139,25	3.807,20	3.475,14
160	5.972,79	5.633,60	5.294,41	4.955,22	4.616,03	4.276,84	3.937,65
170	6.680,26	6.330,51	5.980,76	5.631,01	5.281,26	4.931,51	4.581,75
180	7.686,29	7.320,74	6.955,19	6.589,64	6.224,09	5.858,54	5.493,00
190	9.156,53	8.767,10	8.377,67	7.988,24	7.598,81	7.209,39	6.819,96
200	11.312,9	10.888,0	10.463,0	10.038,1	9.613,19	9.188,25	8.763,31

**Tab. 115 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an Forststraßen;
Bewertung erfolgt zum jeweiligen Bestandesalter; Baumart Eiche [€/km]**

€ je km	Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
	Alter	0	2	4	6	8	10	12
0	527,56	482,14	436,72	391,30	345,89	300,47	255,05
10	780,91	713,68	646,46	579,23	512,00	444,77	377,54
20	1.155,94	1.056,43	956,91	857,40	757,88	658,36	558,85
30	1.711,08	1.563,77	1.416,46	1.269,16	1.121,85	974,54	827,23
40	2.532,81	2.314,76	2.096,71	1.878,66	1.660,61	1.442,56	1.224,51
50	3.749,18	3.426,41	3.103,64	2.780,88	2.458,11	2.135,34	1.812,57
60	4.317,90	3.989,97	3.662,04	3.334,11	3.006,17	2.678,24	2.350,31
70	4.920,14	4.585,72	4.251,30	3.916,89	3.582,47	3.248,05	2.913,63
80	5.597,48	5.254,28	4.911,08	4.567,89	4.224,69	3.881,49	3.538,30
90	6.392,65	6.037,62	5.682,58	5.327,55	4.972,52	4.617,48	4.262,45
100	7.401,85	7.029,78	6.657,72	6.285,66	5.913,60	5.541,53	5.169,47
110	8.740,05	8.343,28	7.946,51	7.549,73	7.152,96	6.756,19	6.359,42
120	10.597,1	10.163,7	9.730,40	9.297,05	8.863,69	8.430,34	7.996,99
130	13.238,3	12.750,8	12.263,4	11.775,9	11.288,4	10.800,9	10.313,4
140	17.046,8	16.479,4	15.911,9	15.344,4	14.776,9	14.209,5	13.642,0

**Tab. 116 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an Forststraßen;
Bewertung erfolgt zum jeweiligen Bestandesalter; Baumart Buche [€/km]**

€ je km	Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
	Alter	0	2	4	6	8	10	12
0	815,04	743,08	671,13	599,17	527,22	455,26	383,40
10	1.206,45	1.099,94	993,43	886,92	780,41	673,90	567,53
20	1.785,85	1.628,19	1.470,52	1.312,86	1.155,20	997,54	840,08
30	2.643,49	2.410,11	2.176,73	1.943,35	1.709,98	1.476,60	1.243,52
40	3.913,01	3.567,56	3.222,10	2.876,64	2.531,18	2.185,72	1.840,72
50	4.692,97	4.339,58	3.986,18	3.632,78	3.279,39	2.925,99	2.572,35
60	5.525,99	5.161,50	4.797,01	4.432,52	4.068,03	3.703,54	3.338,69
70	6.477,30	6.097,38	5.717,46	5.337,54	4.957,63	4.577,71	4.197,26
80	7.630,83	7.229,88	6.828,94	6.428,00	6.027,06	5.626,12	5.224,40
90	9.126,57	8.695,67	8.264,76	7.833,85	7.402,95	6.972,04	6.539,98
100	11.167,8	10.692,8	10.217,9	9.743,01	9.268,08	8.793,15	8.316,51
110	14.033,8	13.494,2	12.954,6	12.415,0	11.875,4	11.335,8	10.793,6
120	18.145,2	17.509,8	16.874,5	16.239,2	15.603,8	14.968,5	14.329,4

**Tab. 117 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an Forststraßen;
Bewertung erfolgt zum jeweiligen Bestandesalter; Baumart Fichte [€/km]**

€ je km	Mittlerer Straßenabstand des Bestands in Metern						
	0	2	4	6	8	10	12
0	670,73	597,69	524,65	451,60	378,56	305,52	232,48
10	992,85	884,73	776,61	668,48	560,36	452,24	344,12
20	1.469,66	1.309,61	1.149,57	989,52	829,47	669,43	509,38
30	2.175,45	1.938,54	1.701,64	1.464,73	1.227,82	990,92	754,01
40	3.220,20	2.869,52	2.518,84	2.168,16	1.817,48	1.466,80	1.116,12
50	3.596,96	3.245,26	2.893,56	2.541,87	2.190,17	1.838,47	1.486,77
60	3.939,51	3.586,96	3.234,42	2.881,87	2.529,33	2.176,79	1.824,24
70	4.267,29	3.913,66	3.560,03	3.206,39	2.852,76	2.499,13	2.145,50
80	4.598,00	4.242,75	3.887,51	3.532,27	3.177,03	2.821,79	2.466,54
90	4.964,20	4.606,58	4.248,95	3.891,33	3.533,70	3.176,08	2.818,45
100	5.398,90	5.037,74	4.676,59	4.315,44	3.954,28	3.593,13	3.231,98
110	5.938,81	5.572,77	5.206,72	4.840,68	4.474,63	4.108,59	3.742,54
120	6.665,05	6.291,76	5.918,47	5.545,18	5.171,90	4.798,61	4.425,32
130	7.678,60	7.294,26	6.909,93	6.525,59	6.141,25	5.756,92	5.372,58
140	9.116,31	8.715,62	8.314,93	7.914,24	7.513,54	7.112,85	6.712,16

**Tab. 118 Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an Forststraßen;
Bewertung erfolgt zum jeweiligen Bestandesalter; Baumart Kiefer [€/km]**

8 Diskussion und Fazit

Empirische Studien sind häufig Erkundungen in Neuland, wo Referenzpunkte zur Überprüfung des jeweiligen Standortes definitionsgemäß rar sind. Eine Studie zu Kosten der Verkehrssicherung von Straßen im Wald erhebt den Anspruch, Neuland zu betreten. Die Grenzlinien dieses Neulands werden ansatzweise in der bestehenden Literatur abgesteckt. So besteht in rechtlicher Hinsicht zum Thema Verkehrssicherungspflicht umfangreiche und differenzierte Literatur, in der die Verkehrssicherungspflicht dem Grunde nach diskutiert wird. Neben der in Kapitel 3 zitierten Literatur (z.B. BRELOER 2002; HÖTZEL 1996, GEBHARD 1995) zur Verkehrssicherungspflicht des Waldbesitzers existieren zahlreiche Abhandlungen zu Spezialbereichen der Verkehrssicherungspflicht wie Verkehrssicherungspflicht und Artenschutz (ORF 2005), Verkehrsicherungspflicht und Haftung für geschützte Bäume (OTTO 2006), Verkehrssicherungspflicht bei der Durchführung von Jagden und Jagdeinrichtungen (PÜCKLER, 1993; FINZEL, 1994) oder Verkehrssicherungspflicht in Großschutzgebieten (HENDRISCHKE, 2003). Hierbei wird teilweise auch die Frage behandelt, wer die Kosten tragen muss, die Höhe der Kosten für Verkehrssicherungsmaßnahmen wird in den aufgeführten Abhandlungen aber nicht untersucht (vgl. BRELOER 2001).

Auch in betriebswirtschaftlicher Hinsicht finden sich in der Literatur Arbeiten, die sich mit dem Thema Verkehrssicherungspflicht befassen. So haben zwar die Studien von KROTH ET AL (1984), BARTHELHEIMER, BAIER (1991) und DAHM ET AL (1999) „Aufwendungen für Maßnahmen aufgrund der Verkehrssicherungspflicht“ explizit ausgeschlossen (vgl. KROTH ET AL, 1984, 58). Jedoch sei hier präzisierend hinzugefügt, dass in der Terminologie der vorliegenden Arbeit bei den genannten Autoren Elemente wie Akutmaßnahmen und Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte an Forststraßen enthalten sind. So geht beispielsweise die „beschleunigte Wiederbegehbarmachung von Fußwegen, Brücken und Straßen“ nach Kalamitäten in die Betrachtung ein, allerdings nur, „soweit sie dem Erholungsverkehr dienen“ (a.a.O., 58). Auch finden „erhöhte Sicherheitsanforderungen bei Einschlag, Bringung“ Eingang in die Betrachtung, jedoch bleiben Aufwendungen aufgrund der Verkehrssicherungspflicht im Rahmen regulärer Holzernte an öffentlichen Straßen explizit unberücksichtigt: „Maßnahmen zum Schutz der Waldbesucher bei forstlichen Betriebsarbeiten (z.B. Holzernte und bei der Jagdausübung) sind zu bewerten, nicht

jedoch Aufwendungen im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht an Bahnlinien, Wasserstraßen und öffentlichen Straßen“ (a.a.O., 58). In der aktuellen Studie von DAHM ET AL (1999) werden diese Kostenelemente mit umgerechnet 0,74 €/ha HB (Holzboden) für „Beseitigung naturbedingter Hindernisse und Behinderungen“ (a.a.O., 54) und mit 1,10 €/ha HB für die Beseitigung „betriebsbedingter Hindernisse“ quantifiziert (a.a.O., 55). Daraus ergibt sich eine Gesamtbelastung der Forstwirtschaft in Deutschland von insgesamt rund 19,5 Mio. € ($0,74 + 1,10 \text{ €/ha} \times 10.568.000 \text{ ha HB}$). Dies entspricht lediglich 4% der ermittelten Gesamtbelastung in vorliegender Arbeit. SCHEEDER (1999) berücksichtigt ebenfalls Aspekte der Verkehrssicherungspflicht bei der Untersuchung der Bürokratiekosten in privaten Forstbetrieben. So finden sich unter den Bürokratiekosten „infolge staatlicher Initiative“ (a.a.O., 93) auch Kosten für „Verkehrssicherungsmaßnahmen wie Totbaum- und Totastbeseitigung“ (a.a.O., 108). Diese Kosten wurden mit rund 0,60 €/ha/Jahr quantifiziert (4% von rund 14 €/ha/Jahr für Bürokratiekosten infolge staatlicher Initiative, a.a.O., 38). Überträgt man diesen Wert auf die gesamte Waldfläche der BRD, ergeben sich rund 6 Mio. €/Jahr, was lediglich rund einem Prozent der im Rahmen vorliegender Arbeit ermittelten Gesamtbelastung durch Verkehrssicherung entspricht. Allerdings ist bei der Interpretation zu berücksichtigen, dass aus Sicht vorliegender Arbeit in diesen Werten allenfalls Teilaspekte der Verkehrssicherungsaufwendungen enthalten sind, so finden z.B. Kosten für Verkehrssicherung an öffentlichen Straßen bei den vorgenannten Studien von DAHM ET AL (1999) keinerlei Berücksichtigung. Die umfassende Betrachtung der Verkehrssicherungskosten in vorliegender Arbeit wird im betrieblichen Rechnungswesen der Forstbetriebe ebenfalls nur bedingt abgebildet, da Kosten für Verkehrssicherung in der Terminologie vorliegender Arbeit oftmals der Holzernte oder sonstigen Personalkosten zugerechnet werden (vgl. z.B. Empfehlungen des Deutschen Forstwirtschaftsrats zur Vereinheitlichung des forstlichen Rechnungswesens, 1998).

Das Anliegen der vorliegenden Arbeit ist demgegenüber die Quantifizierung aller Kosten der Verkehrssicherungspflicht für Straßen im Wald. Es ist gelungen, die verschiedenen Aspekte der Verkehrssicherungspflicht, also Kontrolle, Akut- und vorbeugende Aufwendungen sowie Mehraufwand im Rahmen regulärer Holzernte zu differenzieren, quantitativ zu bewerten und ein Modell zur finanzmathematischen

Bewertung zu formulieren.

Die Abschätzung vorliegender Arbeit, wonach die Gesamtaufwendungen für Verkehrssicherung an Straßen jährlich rund 435 Mio. € oder knapp 17% des Holzumsatzes betragen, ergibt einen überraschend hohen Wert. Damit wird die erhebliche betriebswirtschaftliche Bedeutung der Verkehrssicherungspflicht deutlich, ein Aspekt, der in der bisherigen forstlichen Diskussion noch zu wenig Beachtung findet. Zu bedenken ist freilich, dass es sich hierbei insoweit um Sollwerte handelt, als streng nach rechtlichen Vorgaben und Unfallverhütungsvorschriften quantifiziert und bewertet wurde. Inwieweit die betriebliche Praxis gesetzliche Vorgaben und Unfallverhütungsvorschriften in jedem Falle einhält, ist nicht abschließend zu klären. Insofern können Istwerte von den Sollwerten abweichen. Die Bewertung der Aufwendungen wurde zudem in Anlehnung an die Vollkostensätze einer großen Landesforstverwaltung vorgenommen. Hier besteht eine gewisse Gefahr, dass die Höhe der Aufwendungen im Einzelfall überschätzt wird. Dies wäre z.B. der Fall, wenn bei der Durchführung der Maßnahmen auf geringer qualifizierte Arbeitskräfte zurückgegriffen oder in größerem Umfang auf kostengünstigere Harvestertechnik gesetzt würde.

In der Gesamtbetrachtung erscheint insbesondere die Größenordnung der Aufwendungen für vorbeugende Maßnahmen vergleichsweise hoch. Bei der genaueren Betrachtung ist jedoch festzustellen, dass ausschließlich Werte von Einzelmaßnahmen in die Untersuchung eingeflossen sind, die zum wiederholten Male durchgeführt wurden (vgl. Kap. 5.4.3.1.4). Die mittlere Wiederholungsfrequenz dieser untersuchten Einzelmaßnahmen unterscheidet sich nur unwesentlich von der allgemeinen Einschätzung notwendiger Wiederholungsfrequenzen (vgl. Kap. 5.4.3.2.3 und 5.4.3.1.2). Insofern ist grundsätzlich nicht davon auszugehen, dass es sich bei den untersuchten Maßnahmen um besonders aufwendige Erst- oder Sondermaßnahmen gehandelt hat. Nicht grundsätzlich auszuschließen sind jedoch verzerrende Effekte, die sich durch die Verwendung des Fragebogens als Untersuchungsinstrument ergeben (s.u.), so dass möglicherweise dennoch die tatsächliche Größenordnung der Aufwendungen für forstliche Maßnahmen in gewissem Umfang überschätzt wird.

An dieser Stelle soll auch die grundsätzliche Verwendung des arithmetischen Mittels bei der Abschätzung der entstehenden Kosten diskutiert werden. Angesichts der teilweise erheblichen Standardabweichung der Werte wäre alternativ auch die Verwendung des Medians anstatt des arithmetischen Mittels in Betracht gekommen, da der Median robuster auf Extremwerte reagiert. BROSIUS (2002, 343) weist jedoch darauf hin, dass das arithmetische Mittel eine „sehr kompakte Aussage über alle gültigen Werte“ liefert. Vor dem Hintergrund durchgeführter Plausibilitätsprüfungen wurde in vorliegender Untersuchung deshalb bewusst die Verwendung des arithmetischen Mittels gewählt, da mit Ausnahme weniger Fälle die untersuchten Werte als plausibel betrachtet und damit die verbleibenden Werte als grundsätzlich repräsentativ und gültig angesehen wurden.

Auffallend ist, dass sich über die Dimension der jährlich anfallenden Schadenersatzforderungen, die eine unzureichend wahrgenommene Sorgfaltspflicht bei der Verkehrssicherung zum Gegenstand haben, keine Werte in der Literatur finden ließen. Die Größenordnung der Forderungen wäre von großem Interesse, um auch die Bedeutung der Verkehrssicherungspflicht für Straßen im Wald für Forstbetriebe und Assekuranz näher quantifizieren zu können. Unbeschadet hiervon bleibt die Tatsache, dass Kosten-Nutzen-Überlegungen bei der Verkehrssicherung gesellschaftlich nicht opportun sind, da Verkehrssicherung neben dem Schutz von Sachwerten vor allem den Schutz von Leben und Gesundheit von Menschen zum Ziel hat. Im gesellschaftlichen Reflex können Leben und Gesundheit von Menschen nicht Gegenstand betriebswirtschaftlicher Opportunitäten sein.

Methodisch bleiben im Nachhinein selbstverständlich Wünsche offen. So zeigte sich bei der Auswertung der Fragebögen, dass die Trennschärfe der gestellten Fragen stellenweise Raum für Optimierungen gelassen hätte. Dies gilt beispielsweise für die Abgrenzung akuter und vorbeugender Maßnahmen, wobei der Routinecharakter vorbeugender Maßnahmen als Abgrenzung von Akutmaßnahmen noch schärfer hätte herausgearbeitet werden können. Auch wären weitere detaillierte Angaben zu Kontrolle, wie z.B. Kontrolltiefe, sowie dem Erholungsdruck wünschenswert gewesen. Weiterhin sind die Ergebnisse - wie häufig bei Fragebogenaktionen – durch eine große Streubreite gekennzeichnet, möglicherweise aufgrund unterschiedlicher impliziter Annahmen der Befragten. Vielleicht wären die genannten

methodischen Schwächen durch eine intensivere Pilot- und Pretestphase zu reduzieren gewesen. Nicht auszüräumen freilich wären damit grundsätzliche Probleme bei der Verwendung des Fragebogens als Untersuchungsinstrument, wie z.B. Verzerrungen aufgrund angenommener unterschiedlicher Interessenlagen oder die fehlende Kenntnis über externe Einflüsse bei der Erhebungssituation (vgl. SCHNELL ET AL, 1999). Die Gründe für die Wahl des Fragebogens als Untersuchungsinstrument wurden bereits in Kapitel 2 dargestellt, wobei Kapazitätsüberlegungen im Vordergrund standen. Vorbereitende und begleitende Zeitstudien erscheinen in diesem Kontext im Nachhinein als wünschenswert. Dies war jedoch im Rahmen der vorliegenden Erstuntersuchung zu den Kosten der Verkehrssicherungspflicht an Straßen im Wald aus Kapazitätsgründen nicht durchführbar. Es wird daher empfohlen, im Rahmen von Folgeuntersuchungen vorbereitende und begleitende Zeitstudien vorzusehen.

Methodisch stellt sich weiterhin die Frage, inwieweit die Antworten Repräsentanz beanspruchen können. An der Erhebung beteiligt waren Forstbetriebe aller Waldbesitzarten mit Ausnahme der Bundesforstverwaltung, der Landesforstverwaltungen Bayerns und Baden-Württembergs sowie der Stadtstaaten. Insgesamt hat sich somit eine deutliche Mehrheit der Forstverwaltungen an der Untersuchung beteiligt, mit einem Übergewicht staatlicher und kommunaler Betriebe gegenüber den privaten Forstbetrieben. Aufgrund des höheren Organisationsgrades staatlicher und kommunaler Forstbetriebe erscheint dies trotz flächenmäßig größerer privater Waldflächenanteile im Rahmen einer Erstuntersuchung gerechtfertigt. Auf eine Gewichtung der Mittelwerte wurde bewusst verzichtet, da bei der differenzierten Darstellung der Ergebnisse systematische und signifikante Unterschiede zwischen den Besitzarten nicht festgestellt wurden. Trotzdem sollten bei Folgeuntersuchungen die Waldbesitzarten entsprechend ihrer Flächenbedeutung berücksichtigt werden, wodurch sich die Repräsentanz der Antworten zweifelsohne erhöhen ließe. Es ist zu berücksichtigen, dass die zugrunde liegenden Daten für Verkehrssicherungsaufwendungen in Forstbetrieben mit vergleichsweise hohem Organisationsgrad gewonnen wurden. Inwieweit diese Werte auf den überwiegend kleinstrukturierten Privatwald (teilweise auch urbaner Waldbesitzer) übertragen werden dürfen, ist fraglich. Zwar zeichnet sich gerade im kleinstrukturierten Privatwald die Tendenz ab, diese Wälder im Rahmen von Waldpflegeverträgen mit

regionalen Forstbetriebsgemeinschaften oder Waldbesitzervereinigungen und forstfachlich qualifiziertem Personal zu bewirtschaften. Insoweit kann davon ausgegangen werden, dass zumindest in diesen Wäldern ähnlich hohe Aufwendungen zu verzeichnen sind, wie in Forstbetrieben mit höherem Organisationsgrad. Unter dem Strich werden tatsächlich anfallende Aufwendungen für Verkehrssicherung im Kleinprivatwald im Rahmen dieser Arbeit wohl tendenziell überschätzt.

Ein berechtigter inhaltlicher Kritikpunkt an vorliegender Arbeit ist, dass bestandesaltersabhängige Daten nicht systematisch erhoben wurden. Die hilfswise Verwendung von Durchschnittswerten führt zu partiell unbefriedigenden Berechnungsergebnissen, wenn auch das Gesamtergebnis durch diesen Schwachpunkt nicht beeinträchtigt wird. Kompensiert wird dieses Datendefizit teilweise dadurch, dass bei der Berechnung der Tabellenwerte in Kapitel 6 und 7 auf mit dem Alter korrelierte Flächenwerte aus den Ertragstafelmodellen zurückgegriffen wurde (vgl. auch Kap. 6.1.1). Dennoch empfiehlt es sich bei Folgeuntersuchungen, von vornherein das Bestandesalter bzw. die Höhe zu berücksichtigen, was insbesondere bei den angeregten Zeitstudien kein Problem darstellen sollte.

Trotz offener methodischer und inhaltlicher Fragen sind die Ergebnisse vorliegender Arbeit bemerkenswert. Werden sie ernsthaft in die betriebswirtschaftlichen Entscheidungen einbezogen, stellt sich insbesondere hinsichtlich öffentlicher Straßen die Frage, ob angrenzende Bestockungen unter Kosten- und Reputationsgesichtspunkten zu rechtfertigen sind. Die Theorie des Risikomanagements hat die Risikovermeidung als erfolgreiche Strategie entwickelt: Wo keine Bäume stehen, kann öffentlicher Verkehr durch Bäume nicht gefährdet werden. Ausgehend von dieser Überlegung lassen sich anhand einer klassischen betriebswirtschaftlichen Optimierungsrechnung die minimalen Kosten für Verkehrssicherung berechnen. Ausgangsbasis ist die Überlegung, wonach der Verkehrssicherungsaufwand bei einem Straßenabstand des Baumbestandes von Null maximal, bei einem Straßenabstand in Höhe der zweifachen maximalen Baumlänge gleich Null ist (vgl. Kapitel 7). Mit steigendem Abstand des Baumbestandes von der Straße ergeben sich prinzipiell zwei gegenläufige Entwicklungen. Erstens verringert sich mit steigendem Straßenabstand die Fläche,

auf der Verkehrssicherungsmaßnahmen notwendig sind. Dadurch sinken mit steigendem Straßenabstand die Kosten für Verkehrssicherung. Demgegenüber verringern sich mit steigendem Straßenabstand die Erlöse aus Holznutzung, die sich aus dem Verlust forstlicher Produktionsfläche ergeben. Diese Überlegung ist nachfolgend anhand der Ergebnisse für die Baumart Fichte exemplarisch dargestellt. Die Betrachtung verwendet die Barwerte der Kosten für Verkehrssicherung und des Verzichts auf Holzproduktion. Hierbei wird vereinfachend mit einem Endnutzungserlös von 30.000 € (600 fm x 50 €) gerechnet, der unter Verwendung eines Zinsfußes von 4% um 120 Jahre diskontiert wird. Die Barwerte für die Kosten der Verkehrssicherung sind der Tabelle 109 entnommen. Diese Betrachtung entspricht einer Modellannahme für den einfachen Fall, dass im Bestandesalter Null der Bau einer öffentlichen Straße durch die noch unbestockte Fläche erfolgt und der Straßenabstand beliebig wählbar ist.

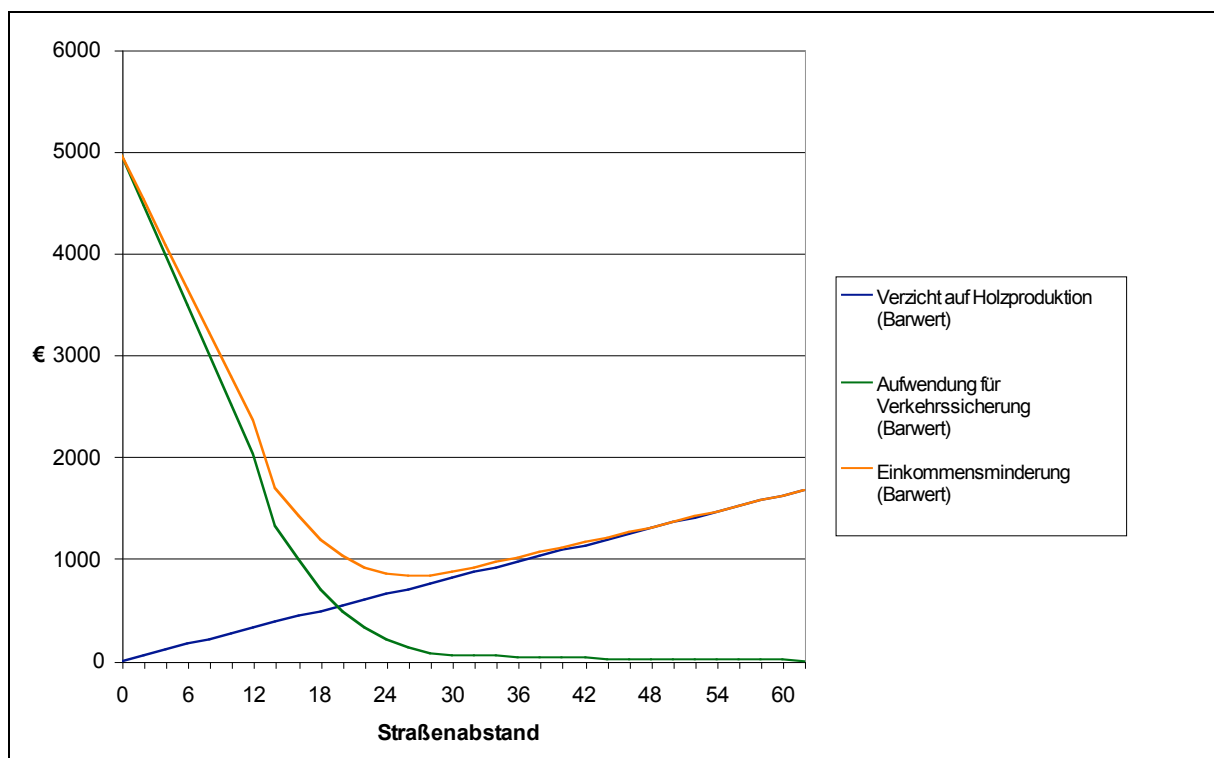


Abb. 35 Optimierungsmodell der Kosten für Verkehrsicherung in Abhängigkeit vom Straßenabstand [m] am Beispiel der Baumart Fichte

Als Ergebnis der Optimierungsrechnung lässt sich festhalten, dass mit rund 26m Straßenabstand die Einkommensminderung bei einem Abstand in der

Größenordnung von rund einer Baumlänge minimal und damit in streng ökonomischer Hinsicht optimal wäre.

So attraktiv eine Vermeidungsstrategie unter ökonomischen Belangen und Risikogesichtspunkten erscheint, so bedenklich ist sie freilich in landeskultureller Hinsicht. Wird auf Waldbestockungen beispielsweise in Tiefe einer maximal zu erwartenden Baumlänge längs öffentlicher Straßen verzichtet, könnte zum einen öffentlich-rechtlich der genehmigungspflichtige Tatbestand der Rodung (§ 9 BWaldG, SARTORIUS 2004) vorliegen. So definiert sich Wald nach § 2 Abs. 1 BWaldG über mit Forstpflanzen bestockte Flächen oder über Flächen, die mit dem Wald in räumlichem Zusammenhang stehen und diesem dienen (§ 2 Abs. 1 S. 2 BWaldG). Explizit nennt § 2 BWaldG z.B. Holzlagerplätze, Waldwege oder Sicherheitsstreifen. Inwieweit jedoch § 2 Abs. 1 BWaldG auch bei größerflächigem Verzicht auf Waldbestockungen entlang von Straßen zutrifft, erscheint zumindest fraglich. Zwar wäre der nach § 2 Abs. 1 S. 2 BWaldG geforderte räumliche Zusammenhang zu Waldflächen wohl meist gegeben, ob jedoch das vorwiegend ökonomisch motivierte Freihalten größerer Flächen entlang von Straßen auch dem Wald dient, bedürfte wohl einer einzelfallweisen Prüfung. Eine kompromisslose Risikovermeidungsstrategie würde wohl dem allgemeinen Ziel der Walderhaltung (§ 1 BWaldG) zuwiderlaufen und landschaftsästhetische Angemessenheitsvorstellungen verletzen. Das Landschaftsbild in Deutschland würde sich gravierend ändern. Die Attraktivität ländlicher Räume und nicht zuletzt die im Grundgesetz postulierte Sozialpflichtigkeit des Eigentums wären gefährdet und deshalb die eingangs angesprochene laufend zu verlängernde „licence to operate“ seitens der Gesellschaft für den Forstbetrieb in Frage gestellt.

Dem skizzierten Szenario könnte entgegengehalten werden, dass Randbestockungen nicht zwangsläufig aus Wirtschaftsbäumen wie der Fichte bestehen müssen. Eine durchaus vorstellbare Variante wäre es, im Bereich öffentlicher Straßen verstärkt auf niedrigwüchsige Baum- und Buscharten zu setzen. Dadurch ließe sich der Verkehrssicherungsaufwand zweifelsohne reduzieren, gleichzeitig würde die Waldeigenschaft bei Verwendung entsprechender Forstpflanzen (§ 2 Abs. 1 BWaldG) nicht in Frage gestellt. Nicht kompensiert würde allerdings ein nennenswerter Produktionsausfall. Aus naturschutzfachlichen

Erwägungen jedoch böte eine gestufte Form der Waldrandgestaltung mit einem Saum aus Büschen und niedrigwüchsigen Waldbäumen unbestritten Vorteile (vgl. AICHMÜLLER 1991). Bei Süd-West exponierten Beständen könnte die Anlage eines gestuften Waldrandes auch einen Beitrag zur Risikominimierung vor Sturmschäden leisten.

Gängige forstliche Investitionsrechnungen bedürfen angesichts der Ergebnisse vorliegender Arbeit jedenfalls im Kontrollstreifen längs öffentlicher Straßen der Überarbeitung. Barwertige Belastungen in Größenordnungen zwischen 1.000 und 5.000 € für die verschiedenen Baumarten pro km (vgl. Tab. 109) können bei den langjährigen Investitionszeiträumen unserer mitteleuropäischen Waldbäume nicht unberücksichtigt bleiben. Ein Barwert von 4.000 € ergibt bei einem Zinsfuß von 4% und einem Investitionszeitraum von 120 Jahren einen Endwert von rund 440.000 €. Der Abtriebswert eines Fichtenbestands ohne Vorerträge kann vereinfachend mit rund 30.000 € je ha (600 fm x 50 €/fm) angesetzt werden. Bei einer Baumlänge von 31m und einem Straßenabstand von 4m ergibt sich eine Referenzfläche von 5,8 Hektar ($(2 \cdot 31\text{m} - 4\text{m}) \cdot 1.000\text{ m} = 58.000\text{ m}^2$). Vergleicht man den resultierenden Abtriebswert von rund 174.000 € ($5,8 \cdot 30.000\text{ €}$) mit dem Endwert von rund 440.000 €, wird deutlich: Professionelle Betriebsführung im Forst und vorausschauende nationale Forstpolitik sollten explizit um das Kapitel Verkehrssicherung erweitert werden.

Abschließend stellt sich angesichts der Größenordnung der Kosten der Verkehrssicherungspflicht für Straßen im Wald die Frage der gesellschaftlichen Inzidenz (GEIGANT ET AL, 1975). Finanzwirtschaftlich gesehen wirkt die Verkehrssicherungspflicht für Forstbetriebe wie eine Sicherheitssteuer in beachtlicher Dimension. Zwar können rechtlich gesehen Aufwendungen für Verkehrssicherung im Grundsatz nicht Gegenstand von Entschädigungsforderungen sein, da sie letztlich im Rahmen der Sozialpflichtigkeit des Eigentums erbracht werden. Die umfangreichen Leistungen der Forstbetriebe für die Sicherheit der Allgemeinheit finden jedoch bislang keinerlei Berücksichtigung bei gesellschaftlichen Umverteilungsprozessen und sind deshalb in die einschlägigen Diskussionen einzubringen.

9 Zusammenfassung

Ziel der Untersuchung ist die betriebswirtschaftliche Abschätzung aller durch Verkehrssicherung verursachten Aufwendungen in öffentlichen und privaten Forstbetrieben. Zwar können rechtlich gesehen Aufwendungen für Verkehrssicherung im Grundsatz nicht Gegenstand von Entschädigungsforderungen sein, da sie letztlich im Rahmen der Sozialpflichtigkeit des Eigentums erbracht werden. Forstbetrieben sollen jedoch prinzipiell zwei Möglichkeiten eröffnet werden: Erstens kann die in Wert gesetzte Sicherheitsleistung für öffentliche Straßen und den Erholungs- und Kulturraum Wald zur Wahrung der Position der Forstbetriebe in den gesellschaftlichen Diskurs eingebracht werden. Zweitens bietet vorliegende Untersuchung ein Bewertungsmodell, das den Barwert der Aufwendungen für Verkehrssicherung an Straßen einbezieht und damit den Forstbetrieben ein Entscheidungsmodell zur Bewirtschaftung von Wäldern entlang von Straßen zur Verfügung stellt.

In unserer Rechtsordnung hat jedes Wirtschaftsunternehmen darauf zu achten, dass durch sein wirtschaftliches Handeln Dritte nicht unbillig zu Schaden kommen. Gesellschaftliche Angemessenheitsvorstellungen definieren, was jeweils unter „unbillig“ zu verstehen ist. Sie ändern sich im Zeitablauf und finden ihren Niederschlag in der jeweiligen Auslegung der geltenden Gesetze. Die vorliegende Arbeit gibt einen Überblick über die rechtliche Situation in Bezug auf die Verkehrssicherungspflicht im Wald und daraus entstehende Haftungsfragen. Zusätzlich interessieren die einschlägigen Vorschriften und Regelungen, die die Länder in Anlehnung an die Rechtsprechung für die landeseigenen und die unter Landesverwaltung stehenden Wälder erlassen haben. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich die Verwaltungsvorschriften der Länder in Bezug auf Aussagen zu Kontrollfrequenz und Art der Kontrolle unterschiedlich detailliert äußern. Auch der Verbindlichkeitsgrad der Vorschriften ist von Bundesland zu Bundesland unterschiedlich. Offensichtlich wird die Frage des jeweiligen Regelungsbedarfes uneinheitlich beurteilt. Dies ist wohl im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass sich weder aus der Rechtsprechung noch dem einschlägigen Schrifttum hinreichend verbindliche und bestimmte Vorgaben entnehmen lassen.

Um die Aufwendungen für Verkehrssicherung zu quantifizieren, wurden im Jahr 2002 insgesamt 840 Fragebögen über Forstämter bzw. private Forstbetriebe an Revierleiter in Deutschland verschickt, die Rücklaufquote lag bei 51%. Bei der Befragung wurden die Daten getrennt nach drei Kategorien „Kontrolle“, „Forstliche Maßnahmen“ und „Sicherung regulärer Holzernte“ erhoben.

Kontrollen im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht haben zum Ziel, mögliche Gefahren, die sich durch an Straßen angrenzende Baumbestände für den Verkehr ergeben, rechtzeitig zu erkennen. Vorliegende Arbeit gibt einen Überblick über die Befragungsergebnisse bezüglich von Bäumen ausgehender baumartenspezifischer Gefahren und der Baumhöhen, ab der Bäume als gefährlich eingeschätzt werden. Der Aufwand für Kontrollen der Verkehrssicherheit (Zeitbedarf pro km Verkehrsweg einseitig) unterscheidet sich für die verschiedenen Kategorien öffentlicher Verkehrswege nur geringfügig. Beim Mittelwertvergleich der einzelnen Baumarten verursacht die Kiefer einen geringeren zeitlichen Kontrollaufwand als Buche, Eiche und Fichte. Die Topografie hat einen signifikanten Einfluss auf den zeitlichen Aufwand für Kontrolle der Straßen bzw. Verkehrswege. Im Mittelgebirge ist der Zeitaufwand etwas höher als im Flachland. Die Nähe zu Städten und damit das vermutete Verkehrsaufkommen hat keine erhebliche Wirkung auf den Zeitaufwand für die Kontrolle. Die Unterschiede zwischen den Bundesländern sind nicht ausschließlich durch die naturalen Verhältnisse (Baumarten, Topografie) oder bundeslandspezifische Regelungen zur Verkehrssicherungspflicht zu erklären. Möglicherweise kann man von unterschiedlichen Kontrollkulturen ausgehen, geprägt von Unterschiedlichkeiten hinsichtlich der Zurechnung personeller Kapazitäten oder im Dokumentationsverhalten. Im Schnitt werden Straßen an Waldbeständen zweimal pro Jahr auf Verkehrssicherheit kontrolliert.

Forstliche Verkehrssicherungsmaßnahmen haben zum Ziel, die Verkehrssicherheit an Straßen herzustellen und zu gewährleisten. Im Rahmen der Untersuchung wird hierbei unterschieden nach akut anfallenden und vorbeugenden Maßnahmen. Akutmaßnahmen sind demnach bei unerwartet auftretenden Gefahrensituationen geboten. Als Beispiel mögen Aufräumarbeiten an Straßen nach Stürmen oder Schneebruch dienen. Vorbeugende Maßnahmen fallen demgegenüber vorwiegend im Rahmen routinemäßiger Sicherstellung der Verkehrssicherheit an (z.B.

Totastbeseitigung an Bäumen, deren abgestorbene Äste eine Gefahr für den Verkehr darstellen oder die Fällung von den Verkehr gefährdenden Bäumen). Der Zeitaufwand für Akutmaßnahmen wird differenziert nach öffentlichen Straßen und Forststraßen in Arbeitsstunden und Maschinenarbeitsstunden (MAS) je km (einseitig) dargestellt. Bei den eingesetzten Maschinen handelt es sich zumeist um Forstschlepper. Vorbeugende Maßnahmen werden im Durchschnitt alle drei Jahre an öffentlichen Straßen und Forststraßen als notwendig erachtet. In 80% der Fälle handelt es sich bei den vorbeugenden Maßnahmen um die Fällung gefahrenträchtiger Bäume, gefolgt von der Beseitigung toter Äste. Bei der Analyse der vorbeugenden Maßnahmen ergaben sich signifikante Unterschiede hinsichtlich der von vorbeugenden Maßnahmen betroffenen Baumarten, der Baumhöhe und der Wiederholungsfrequenz. So ist der zu erwartende Aufwand umso höher, je länger die letztmalig durchgeführte Maßnahme zurückliegt und je höher der Baumbestand ist.

Holzerntemaßnahmen sind besonderen Sicherheitsvorschriften unterworfen. Die grundlegende Sicherheitsvorschrift ist die Unfallverhütungsvorschrift Forsten (UVV GUV 1.13). Als Gefährdungsbereich bei der Holzernte gilt grundsätzlich „die Kreisfläche mit einem Halbmesser von mindestens der zweifachen Baumlänge um den zu fällenden Stamm“ (§ 5 Abs. 2 UVV GUV 1.13). Aufgrund dieser Regelung sind bei der Holzernte in der Nähe von Straßen, d.h. in einem Korridor von mindestens zwei Baumlängen Tiefe, Sicherungsmaßnahmen erforderlich. Zur Sicherung von Holzerntemaßnahmen kommen insbesondere Sperrung der Straßen und Sicherung der Bäume in Betracht. Das Ergebnis zeigt eine mittlere Erhöhung der Holzerntekosten an öffentlichen Straßen durch Sicherungsmaßnahmen um 62%, an Forststraßen um 25%. Nach Einschätzung der befragten Revierleiter sind Holzerntemaßnahmen an öffentlichen Straßen damit um mehr als die Hälfte teurer als vergleichbare Holzerntemaßnahmen im Bestand, an Forststraßen um immerhin noch ein Viertel. Die Größenordnung der zusätzlichen Kosten durch Verkehrssicherungsmaßnahmen zeigt die Relevanz dieses Phänomens für den Forstbetrieb.

Ausgehend von den gewonnenen Daten wird eine exemplarische Abschätzung der jährlichen Kosten für Verkehrssicherungsaufwendungen vorgenommen. Hierbei werden Straßenabstand und Entwicklung des Baumbestandes in Form von

Ertragstafelmodellen in die Überlegungen einbezogen. Volkswirtschaftlich ergeben sich bei der Hochrechnung auf die Gesamtwaldfläche der BRD Aufwendungen für Verkehrssicherung in einer Größenordnung von ca. 435 Mio. € pro Jahr. Darüber hinaus wird eine Modellstruktur für eine formale finanzmathematische Bewertung von Verkehrssicherungsaufwendungen vorgestellt. Die Grundsätze der Ertragsbewertung und des Bodenerwartungswertes von FAUSTMANN (1849) bilden dabei die methodische Grundlage.

Abschließend lässt sich als Fazit festhalten: Soweit nicht bereits geschehen, werden Forstbetriebe zunehmend von der ubiquitären betrieblichen Komplexität und Regelungsdichte erreicht. Zunehmend treten deshalb Themen wie Public Relations und Corporate Social Responsibility, Liquiditätsmanagement und Controlling oder eben in einer dicht besiedelten Bundesrepublik die Verkehrssicherheit in den Fokus forstlicher Betriebsleitung. Die vorliegende Arbeit zur Situation der Verkehrssicherung im öffentlichen und privaten Waldbesitz der BRD hat Pioniercharakter und kann als Ausgangspunkt für weiterführende Untersuchungen dienen. Die Ergebnisse der Arbeit zeigen die betriebswirtschaftliche Relevanz des Themas, wenn etwa die Holzerntekosten an öffentlichen Straßen durch Aufwendungen für Verkehrssicherung um mehr als die Hälfte ansteigen. Eine streng betriebswirtschaftlichem Kalkül folgende Risikovermeidungsstrategie in Gestalt einer generellen Rücknahme der Waldbestockung von der Straße hätte schwerwiegende landeskulturelle Konsequenzen. Die vorliegende Arbeit leistet einen wichtigen Beitrag, die alltäglichen Sicherheitsleistungen der Forstbetriebe für die Allgemeinheit in Wert zu setzen und damit die Voraussetzungen zu schaffen, jene in den gesellschaftlichen Diskurs einzubringen.

V Literaturverzeichnis

- Anonymus Der Bayerische Waldbesitzer, S. 14-16, 1/2003
- Assmann, E. Waldertragskunde. BLV, München-Bonn-Wien, 1961
- Aichmüller, R. Aufbau reichgegliederter Waldränder. AFZ, 46, S. 707–708. 1991
- Atteslander, Peter Methoden der empirischen Sozialforschung. New York, Berlin; de Gruyter, 1993
- Bartelheimer, Peter; Baier, M. Belastungen der Forstbetriebe aus der Schutz- und Erholungsfunktion des Waldes. Heft Nr. 399, Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1991
- Blasius, Jörg Korrespondenzanalyse. Oldenburg Wissenschaftsverlag. München, Wien Oldenburg, 2001
- Breloer, Helge Verkehrssicherungspflicht bei Bäumen aus rechtlicher und fachlicher Sicht. SVK-Verlag, Wilnsdorf, 1989
- Breloer, Helge Freihaltung des Lichtraumprofils-Wer trägt die Kosten?, S.930-931, AFZ 18/2001
- Breloer, Helge Leitfaden zur Verkehrssicherungspflicht, <http://www.baeumeundrecht.de/pdf/vsp.pdf>, 2002
- Breloer, Helge Verkehrssicherungspflicht für Naturdenkmale, Teil 1; S. 1297-1299, AFZ 24/2002

- Finzel
Hochsitz muß sicher sein! Die Pirsch, S. 24,
04/1994
- Frosch, H.
Die Verkehrssicherungspflicht des Waldbesitzers.
AFZ 17-18, S. 429-433, 1990
- Gebhard, H.
Verkehrssicherungspflicht und Wald. (S. 390-
398), Agrarrecht 25. Jhrg. 12/1995
- Geigant, Friedrich;
Sobotka, Dieter; Westphal,
Horst
Lexikon der Volkswirtschaft. S. 469, München
1975
- Grundmann, Wolfgang;
Luderer Bernd
Formelsammlung Finanzmathematik,
Versicherungsmathematik, Wertpapieranalyse. 2.
Auflage. Wiesbaden, 2003
- Hendrichske, Oliver
Verkehrssicherungspflicht in Großschutzgebieten.
BfN-Skripten 84, 2003
- Hötzel, Hans-Joachim
Schuldhaftige Verletzung der
Verkehrssicherungspflicht bei Bäumen, S. 77-82,
Agrarrecht 3/96,
- Jüttner
Ertragstafel Eiche. Hilfstafeln für die
Forsteinrichtung. Bayerisches Staatsministerium
für Landwirtschaft und Forsten, 1990.
- Kodal, Kurt; Krämer,
Helmut
Straßenrecht, Beck-Verlag, München 1985

- Kroth, Werner; Fischer, Hubert; Bartelheimer, Peter
Belastungen der Forstbetriebe aus der Schutz- und Erholungsfunktion des Waldes. Heft Nr. 298, Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1984
- Löffler, Hans
Forstliche Verfahrenstechnik (Holzernte). Manuskript zu den Lehrveranstaltungen für Studierende der Forstwissenschaft. Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnik der LMU München, 2. überarbeitete Auflage. München 1991
- Mantel, Wilhelm
Waldbewertung. Bayerischer Landwirtschaftsverlag. 1. Auflage, München, Basel, Wien, 1962.
- Meins, Jürgen
Die Struktur des Amtshaftungsrecht; apf 07/1993
- Moog, M.; Niebler, E.
Vertragliche Regelungen zur Vermeidung und zum Ersatz von Wildschäden im Wald. Gothaer Versicherungen, Schriftenreihe Jagd, Band 3, 1997
- Moog, Martin
Waldbewertung und Grundsätze ordentlicher Unternehmensbewertung. Forstarchiv, 61. Jg, S. 102-106, 1990
- Moog, Martin
Ökonomik des Naturschutzes und der Landschaftspflege. Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege. 9. Erg.-Lfg. 02/2003
- Nüßlein, Stefan
"Gute fachliche Praxis" sägt am Grundpfeiler der forstlicher Nachhaltigkeit; AFZ 22, 2003

Statistisches Bundesamt	Statistisches Jahrbuch 2005 über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup 2005
UVV Forsten	GUV 1.13, Bay. Staatsanzeiger Nr. 8/1997 am 21.02.97
v. Kanitz, Henning	Ökonomische Auswirkungen durch die Umsetzung naturschutzorientierter Steuerungselemente in der Forstwirtschaft; DFV Journal, 03/2003
v. Pückler, M.G.	Der Sturz vom Hochsitz. Wild und Hund, S. 44- 45. 23/1993.
Wiedemann	Ertragstafel Fichte, Kiefer, Buche. Hilfstafeln für die Forsteinrichtung. Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, 1990.
Wöhe, Günter	Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 17. überarb. Auflage. München, Vahlen 1990

10 Anhang

10.1 Kontrolle

10.1.1 Gefahrenquellen

Gefahrenquelle Fichte	Anzahl N	Prozentanteil
Fäule	249	74
Windwurf, -bruch	38	11
abgestorbene Bäume	23	7
Schneebruch	12	4
Totäste	10	3
Hineinwachsen in LRP	3	1
Schrägstellung	2	1
biotische Schädlinge	1	0
neuartige Waldschäden	1	0
Total	339	100

Gefahrenquelle Tanne	Anzahl N	Prozentanteil
Windwurf, -bruch	11	30
Totäste	10	27
Fäule	8	22
Schneebruch	3	8
Hineinwachsen in LRP	2	5
Schrägstellung	1	3
abgestorbene Bäume	1	3
mechanische Beschädigung	1	3
Total	37	100

Gefahrenquelle Douglasie	Anzahl N	Prozentanteil
Windwurf, -bruch	30	30
Totäste	29	29
Fäule	13	13
abgestorbene Bäume	10	10
Schneebruch	9	9
Hineinwachsen in LRP	3	3
Ast- und Kronenbruch	2	2
Schrägstellung	1	1
mangelnde Durchwurzelung	1	1
mech. Beschädigung	1	1
Total	99	100

Gefahrenquelle Kiefer	Anzahl N	Prozentanteil
abgestorbene Bäume	71	32
Totäste	68	31
Windwurf, -bruch	25	11
Schneebruch	17	8
Fäule	16	7
Ast- und Kronenbruch	5	2
Kienzopf	5	2
biotische Schädlinge (Käfer)	4	2
Schrägstellung	3	1
Hineinwachsen in LRP	2	1
Stammschäden	1	1
Pilze	1	1
mangelnde Durchwurzelung	1	1
mech. Beschädigung	1	1
Total	220	100

Gefahrenquelle Lärche	Anzahl N	Prozentanteil
Totäste	66	39
Windwurf, -bruch	31	18
Abgestorbene Bäume	23	14
Fäule	18	11
Schneebruch	7	4
Ast- und Kronenbruch	6	4
Schrägstellung	5	3
biotische Schädlinge	4	2
Hineinwachsen in LRP	3	2
Pilze	2	1
Mech. Beschädigung	2	1
Stammschäden	1	1
mangelnde Durchwurzelung	1	1
Total	169	100

Gefahrenquelle Eiche	Anzahl N	Prozentanteil
Totäste	241	78
Abgestorbene Bäume	32	10
Fäule	11	4
Windwurf, -bruch	11	4
Hineinwachsen in LRP	4	1
Schrägstellung	2	1
Zwiesel, Steilast	2	1
Schneebruch	2	1
Ast- und Kronenbruch	2	1
biotische Schädlinge	1	0
Eichenwelke	1	0
Total	309	100

Gefahrenquelle Buche	Anzahl N	Prozentanteil
Totäste	194	59
Fäule	62	19
abgestorbene Bäume	17	5
Windwurf, -bruch	15	5
Zwiesel, Steilast	11	3
Hineinwachsen in LRP	10	3
Schrägstellung	6	2
Schneebruch	6	2
Ast- und Kronenbruch	3	1
Pilze	3	1
Buchensterben	2	1
Mech. Beschädigung	1	0
Total	330	100

Gefahrenquelle Weide	Anzahl N	Prozentanteil
Fäule	31	40
Totäste	17	22
Schneebruch	8	10
Ast- und Kronenbruch	6	8
Windwurf, -bruch	5	7
abgestorbene Bäume	4	5
Schrägstellung	3	4
Zwiesel, Steilast	1	1
Hineinwachsen in LRP	1	1
Mech. Beschädigung	1	1
Total	77	100

Gefahrenquelle Pappel	Anzahl N	Prozentanteil
Totäste	47	53
Fäule	17	19
abgestorbene Bäume	7	8
Windwurf, -bruch	5	6
Schneebruch	4	5
Ast- und Kronenbruch	4	5
Schrägstellung	1	1
Pilze	1	1
Hineinwachsen in LRP	1	1
Mech. Beschädigung	1	1
Total	88	100

Gefahrenquelle Erle	Anzahl N	Prozentanteil
Totäste	23	38
Fäule	14	23
Windwurf, -bruch	9	15
Abgestorbene Bäume	7	12
Schneebruch	3	5
Ast- und Kronenbruch	2	3
Pilze	1	2
Hineinwachsen in LRP	1	2
Mech. Beschädigung	1	2
Total	61	100

Gefahrenquelle Ulme	Anzahl N	Prozentanteil
Totäste	1	25
Fäule	1	25
Buchensterben	1	25
Pilze	1	25
Total	4	100

Gefahrenquelle Esche	Anzahl N	Prozentanteil
Totäste	2	50
Spechthöhlen	1	25
abgestorbene Bäume	1	25
Total	4	100

Gefahrenquelle Ahorn	Anzahl N	Prozentanteil
Totäste	4	44
Fäule	2	22
Windwurf, -bruch	1	11
abgestorbene Bäume	1	11
Mech. Beschädigung	1	11
Total	9	100

Gefahrenquelle Eibe	Anzahl N	Prozentanteil
Windwurf, -bruch	1	100

Gefahrenquelle Roteiche	Anzahl N	Prozentanteil
Totäste	2	33
Windwurf, -bruch	2	33
Ast- und Kronenbruch	1	17
Pilze	1	17
Total	6	100

Gefahrenquelle Kirsche	Anzahl N	Prozentanteil
Fäule	2	100

Gefahrenquelle Birke	Anzahl N	Prozentanteil
Totäste	1	5
Fäule	4	20
Windwurf, -bruch	1	5
Schneebruch	3	15
Pilze	4	20
abgestorbene Bäume	7	35
Total	20	100

Gefahrenquelle Robinie	Anzahl N	Prozentanteil
Totäste	2	40
Schrägstellung	1	20
Windwurf, -bruch	1	20
abgestorbene Bäume	1	20
Total	5	100

Gefahrenquelle Eberesche	Anzahl N	Prozentanteil
Fäule	1	50
abgestorbene Bäume	1	50
Total	2	100

Gefahrenquelle Linde	Anzahl N	Prozentanteil
Totäste	1	33,3
Fäule	1	33,3
Windwurf, -bruch	1	33,3
Total	3	100

Gefahrenquelle Edellaubholz	Anzahl N	Prozentanteil
Totäste	3	42,9
Schneebruch	2	28,6
Fäule	1	14,3
Zwiesel, Steilast	1	14,3
Total	7	100

Gefahrenquelle Hainbuche	Anzahl N	Prozentanteil
Totäste	1	50
Fäule	1	50
Total	2	100

10.1.2 Kontrollaufwand: statistische Kennwerte

Baumart		BAB	Bundes-& Landstraßen	Kreis-& Gemeindestraßen	Bahn	Forststraßen	Wasserstraßen	sonstige Straßen
Dougl.	Ø		0,65	0,44	0,05	0,63		
	N		2	3	1	2		
	σ		0,49	0,48	,	0,53		
	Median		0,65	0,16	0,05	0,63		
	Stdfehler		0,35	0,28	,	0,38		
Lärche	Ø	3,00	2,17	2,17	3,00	2,00		
	N	1	3	3	2	2		
	σ	,	0,29	0,29	0,00	0,00		
	Median	3,00	2,00	2,00	3,00	2,00		
	Stdfehler	,	0,17	0,17	0,00	0,00		
Pappel	Ø	1,00	3,77	1,80	1,00	0,77		
	N	1	5	5	1	5		
	σ	,	6,84	1,89	,	0,77		
	Median	1,00	0,75	1,00	1,00	0,50		
	Stdfehler	,	3,06	0,85	,	0,34		
Erle	Ø				3,00	2,00		
	N				1	1		
	σ				,	,		
	Median				3,00	2,00		
	Stdfehler				,	,		
Ahorn	Ø		1,50					
	N		1					
	σ		,					
	Median		1,50					
	Stdfehler		,					
Esche	Ø	1,00	1,00	1,00		1,00		
	N	1	1	1		1		
	σ	,	,	,		,		
	Median	1,00	1,00	1,00		1,00		
	Stdfehler	,	,	,		,		
Robinie	Ø		1,00	1,00		1,00		
	N		2	1		1		
	σ		0,00	,		,		
	Median		1,00	1,00		1,00		
	Stdfehler		0,00	,		,		
Birke	Ø		0,45					

	N		1					
	σ		,					
	Median		0,45					
	Stdfehler		,					
ElbH	\emptyset		1,50	5,75	1,00	0,75		
	N		1	2	1	2		
	σ		,	6,01	,	0,35		
	Median		1,50	5,75	1,00	0,75		
	Stdfehler		,	4,25	,	0,25		
LbH	\emptyset		1,75	1,81		1,17		3,00
	N		5	4		3		3
	σ		1,30	1,49		0,76		4,33
	Median		1,50	1,25		1,00		0,50
	Stdfehler		0,58	0,75		0,44		2,50
NdH	\emptyset		1,17	1,25		1,00		0,50
	N		3	2		2		2
	σ		0,29	0,35		0,71		0,00
	Median		1,00	1,25		1,00		0,50
	Stdfehler		0,17	0,25		0,50		0,00
Lbh-NdH	\emptyset		1,15	1,45	1,17	3,31	0,75	1,83
	N		5	5	3	6	2	3
	σ		0,49	0,76	0,76	5,76	0,35	1,89
	Median		1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00
	Stdfehler		0,22	0,34	0,44	2,35	0,25	1,09
NdH-LbH	\emptyset			2,50		15,00		4,00
	N			1		1		1
	σ			,		,		,
	Median			2,50		15,00		4,00
	Stdfehler			,		,		,
Total	\emptyset	1,20	1,37	1,28	1,33	1,26	1,27	1,05
	N	71	468	480	136	390	11	129
	σ	1,21	1,75	1,32	1,73	4,79	1,38	1,45
	Median	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50
	Stdfehler	0,14	0,08	0,06	0,15	0,24	0,42	0,13

10.1.3 Kontrollaufwand: Häufigkeiten

Kontrollzeitaufwand BAB		Häufigkeit	Prozent- anteil	Gültiger Prozentanteil	Kumulativer Prozentanteil
Werte in Stunden	0,05	1	0,1	1,4	1,4
	0,1	2	0,2	2,8	4,2
	0,16	7	0,8	9,9	14,1
	0,25	4	0,5	5,6	19,7
	0,3	4	0,5	5,6	25,4
	0,5	12	1,4	16,9	42,3
	0,75	1	0,1	1,4	43,7
	1	21	2,4	29,6	73,2
	1,5	2	0,2	2,8	76,1
	2	8	0,9	11,3	87,3
	3	3	0,3	4,2	91,5
	4	5	0,6	7	98,6
	6	1	0,1	1,4	100
	Total	71	8,3	100	
fehlende Werte		787	91,7		
Total		858	100		

Kontrollzeitaufwand Bundes- & Landstraßen		Häufigkeit	Prozentanteil	Gültiger Prozentanteil	Kumulativer Prozentanteil
Werte in Stunden	0	2	0,2	0,4	0,4
	0,03	1	0,1	0,2	0,6
	0,05	1	0,1	0,2	0,9
	0,1	9	1	1,9	2,8
	0,16	18	2,1	3,9	6,6
	0,2	1	0,1	0,2	6,9
	0,25	39	4,5	8,4	15,2
	0,3	24	2,8	5,1	20,3
	0,33	2	0,2	0,4	20,8
	0,45	1	0,1	0,2	21
	0,5	73	8,5	15,6	36,6
	0,6	6	0,7	1,3	37,9
	0,7	1	0,1	0,2	38,1
	0,75	26	3	5,6	43,7
	0,8	1	0,1	0,2	43,9
	1	107	12,5	22,9	66,8
	1,16	5	0,6	1,1	67,9
	1,2	2	0,2	0,4	68,3
	1,3	1	0,1	0,2	68,5
	1,5	34	4	7,3	75,8
	1,8	1	0,1	0,2	76
	2	52	6,1	11,1	87,2
	2,3	1	0,1	0,2	87,4
	2,5	5	0,6	1,1	88,4
	3	16	1,9	3,4	91,9
	3,5	1	0,1	0,2	92,1
	4	21	2,4	4,5	96,6
	4,5	1	0,1	0,2	96,8
	5	5	0,6	1,1	97,9
	6	3	0,3	0,6	98,5
	7	1	0,1	0,2	98,7
	8	3	0,3	0,6	99,4
	13	2	0,2	0,4	99,8
	16	1	0,1	0,2	100
	Total	467	54,4	100	
fehlende Werte		391	45,6		
Total		858	100		

Kontrollzeitaufwand Kreis- & Gemeindestraße		Häufigkeit	Prozentanteil	Gültiger Prozentanteil	Kumulativer Prozentanteil
Werte in Stunden	0	2	0,2	0,4	0,4
	0,03	1	0,1	0,2	0,6
	0,05	1	0,1	0,2	0,8
	0,1	7	0,8	1,5	2,3
	0,16	23	2,7	4,8	7,1
	0,18	1	0,1	0,2	7,3
	0,2	4	0,5	0,8	8,1
	0,25	35	4,1	7,3	15,4
	0,28	1	0,1	0,2	15,7
	0,3	28	3,3	5,8	21,5
	0,33	1	0,1	0,2	21,7
	0,4	2	0,2	0,4	22,1
	0,5	77	9	16,1	38,2
	0,6	7	0,8	1,5	39,7
	0,7	2	0,2	0,4	40,1
	0,75	16	1,9	3,3	43,4
	0,75	1	0,1	0,2	43,6
	0,8	3	0,3	0,6	44,3
	1	122	14,2	25,5	69,7
	1,16	1	0,1	0,2	69,9
	1,5	25	2,9	5,2	75,2
	1,6	1	0,1	0,2	75,4
	2	48	5,6	10	85,4
	2,3	1	0,1	0,2	85,6
	2,5	12	1,4	2,5	88,1
	3	24	2,8	5	93,1
	3,5	1	0,1	0,2	93,3
	4	21	2,4	4,4	97,7
	4,5	1	0,1	0,2	97,9
	5	5	0,6	1	99
	6	4	0,5	0,8	99,8
	10	1	0,1	0,2	100
	Total	479	55,8	100	
fehlende Werte		379	44,2		
Total		858	100		

Kontrollzeitaufwand Forststraße		Häufigkeit	Prozentanteil	Gültiger Prozentanteil	Kumulativer Prozentanteil
Werte in Stunden	0	2	0,2	0,5	0,5
	0,05	7	0,8	1,8	2,3
	0,1	30	3,5	7,7	10,1
	0,12	1	0,1	0,3	10,3
	0,15	3	0,3	0,8	11,1
	0,16	42	4,9	10,8	21,9
	0,2	8	0,9	2,1	24
	0,25	34	4	8,8	32,7
	0,28	1	0,1	0,3	33
	0,3	18	2,1	4,6	37,6
	0,33	4	0,5	1	38,7
	0,5	82	9,6	21,1	59,8
	0,6	2	0,2	0,5	60,3
	0,7	1	0,1	0,3	60,6
	0,75	10	1,2	2,6	63,1
	0,8	2	0,2	0,5	63,7
	1	72	8,4	18,6	82,2
	1,2	1	0,1	0,3	82,5
	1,4	1	0,1	0,3	82,7
	1,5	13	1,5	3,4	86,1
	2	33	3,8	8,5	94,6
	2,5	2	0,2	0,5	95,1
	3	5	0,6	1,3	96,4
	3,5	1	0,1	0,3	96,6
	4	4	0,5	1	97,7
	4,5	1	0,1	0,3	97,9
	5	2	0,2	0,5	98,5
	6	1	0,1	0,3	98,7
	8	1	0,1	0,3	99
	15	2	0,2	0,5	99,5
	16	2	0,2	0,5	100
	Total	388	45,2	100	
fehlende Werte		470	54,8		
Total		858	100		

Kontrollzeitaufwand Bahn		Häufigkeit	Prozentanteil	Gültiger Prozentanteil	Kumulativer Prozentanteil
Werte in Stunden	0,05	1	0,1	0,7	0,7
	0,1	4	0,5	2,9	3,7
	0,16	4	0,5	2,9	6,6
	0,25	8	0,9	5,9	12,5
	0,3	4	0,5	2,9	15,4
	0,45	1	0,1	0,7	16,2
	0,5	30	3,5	22,1	38,2
	0,6	1	0,1	0,7	39
	0,66	1	0,1	0,7	39,7
	0,7	1	0,1	0,7	40,4
	0,75	1	0,1	0,7	41,2
	0,8	2	0,2	1,5	42,6
	1	36	4,2	26,5	69,1
	1,5	10	1,2	7,4	76,5
	1,6	1	0,1	0,7	77,2
	2	11	1,3	8,1	85,3
	2,3	1	0,1	0,7	86
	2,5	1	0,1	0,7	86,8
	3	11	1,3	8,1	94,9
	4	4	0,5	2,9	97,8
	5	1	0,1	0,7	98,5
	6	1	0,1	0,7	99,3
	17	1	0,1	0,7	100
	Total	136	15,9	100	
fehlende Werte		722	84,1		
Total		858	100		

Kontrollzeitaufwand Wasserstraßen		Häufigkeit	Prozent- anteil	Gültiger Prozentanteil	Kumulativer Prozentanteil
Werte in Stunden	0,16	2	0,2	18,2	18,2
	0,2	1	0,1	9,1	27,3
	0,5	3	0,3	27,3	54,5
	1	2	0,2	18,2	72,7
	3	2	0,2	18,2	90,9
	4	1	0,1	9,1	100
	Total	11	1,3	100	
fehlende Werte		847	98,7		
Total		858	100		

Kontrollzeitaufwand sonstige Straßen		Häufigkeit	Prozentanteil	Gültiger Prozentanteil	Kumulativer Prozentanteil
Werte in Stunden	0,05	3	0,3	2,3	2,3
	0,1	6	0,7	4,7	7
	0,12	1	0,1	0,8	7,8
	0,16	9	1	7	14,7
	0,25	11	1,3	8,5	23,3
	0,3	10	1,2	7,8	31
	0,33	1	0,1	0,8	31,8
	0,5	36	4,2	27,9	59,7
	0,6	2	0,2	1,6	61,2
	0,7	1	0,1	0,8	62
	0,75	3	0,3	2,3	64,3
	0,8	2	0,2	1,6	65,9
	1	16	1,9	12,4	78,3
	1,5	8	0,9	6,2	84,5
	2	8	0,9	6,2	90,7
	3	2	0,2	1,6	92,2
	4	6	0,7	4,7	96,9
	5	1	0,1	0,8	97,7
	8	3	0,3	2,3	100
	Total	129	15	100	
fehlende Werte		729	85		
Total		858	100		

10.1.4 Kontrollaufwand in den Bundesländern

Bundesland		BAB	Bundes- & Landstraße	Kreis- & Gemeindestraße	Bahn	Forststraße	Wasserstraßen	sonstige Straßen
Baden-Württemberg	Ø		1,33	1,68		1,12		2,00
	Median		1,16	1,00		1,00		2,25
	N		16	16		7		4
	σ		1,03	1,62		1,05		1,22
Bayern	Ø	1,58	1,61	1,33	1,50	0,77		8,00
	Median	1,58	2,00	1,00	1,50	1,00		8,00
	N	4	9	25	4	11		1
	σ	1,64	1,19	1,20	0,58	0,56		
Brandenburg	Ø	1,00	0,95	0,71	0,77	0,75	2,50	0,83
	Median	0,75	0,75	0,50	0,55	0,50	2,50	0,75
	N	4	33	33	12	26	2	6
	σ	0,71	0,90	0,71	0,48	0,80	2,12	0,66
Hessen	Ø	0,43	1,42	0,98	0,65	0,85	0,33	1,48
	Median	0,16	1,00	0,75	0,50	0,25	0,33	0,50
	N	5	74	85	8	65	2	21
	σ	0,60	2,38	0,87	0,30	2,58	0,24	2,43
Mecklenburg-VP	Ø	0,49	0,93	0,84	2,22	0,50	0,16	0,55
	Median	0,50	0,50	0,50	0,50	0,25	0,16	0,25
	N	6	36	29	14	18	1	13
	σ	0,29	1,23	0,78	4,37	0,42		0,45
Niedersachsen	Ø	1,40	1,03	1,18	0,99	0,61	0,50	0,77
	Median	1,00	1,00	0,88	1,00	0,50	0,50	0,50
	N	8	54	52	21	51	1	14
	σ	1,16	0,88	1,53	0,53	0,53		0,55
NRW	Ø	1,03	1,13	1,31	1,14	0,86	3,00	0,88
	Median	0,75	0,50	0,70	0,50	0,50	3,00	0,50
	N	24	76	87	26	85	2	35
	σ	1,05	1,29	1,31	1,55	1,04	0,00	1,12
Rheinland-Pfalz	Ø	2,36	1,51	1,86	1,59	0,80		0,88
	Median	2,00	1,16	1,00	1,00	0,90		1,00
	N	7	50	39	17	30		9
	σ	1,97	1,15	2,08	1,31	0,46		0,45
Saarland	Ø	1,67	1,11	1,21	1,00	0,88		0,39
	Median	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00		0,50
	N	3	9	7	4	8		4
	σ	0,58	0,60	0,27	0,00	0,62		0,23

Sachsen- Anhalt	Ø		2,21	1,26	1,48	0,87	0,57	0,40
	Median		1,00	0,80	1,50	0,50	0,50	0,40
	N		29	27	11	31	3	2
	σ		4,02	1,34	1,13	0,74	0,40	0,14
Sachsen	Ø	0,28	2,02	1,81	1,83	1,61		1,81
	Median	0,28	1,50	1,00	1,50	1,00		1,00
	N	2	40	39	6	26		8
	σ	0,32	1,69	1,46	1,17	1,60		1,75

Schleswig- Holstein	Ø	3,50	1,12	0,99	3,00	0,88		0,47
	Median	3,50	1,00	0,60	3,00	0,50		0,50
	N	2	10	11	2	10		6
	σ	0,71	0,79	0,82	0,00	0,63		0,14
Thüringen	Ø	0,84	1,71	1,69	1,30	2,84		1,17
	Median	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00
	N	6	32	30	11	20		6
	σ	0,28	1,23	1,16	0,72	4,80		0,68
Total	Ø	1,20	1,37	1,28	1,33	0,95	1,27	1,05
	Median	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50
	N	71	468	480	136	388	11	129
	σ	1,21	1,75	1,32	1,73	1,75	1,38	1,45

10.1.5 Kontrollfrequenz

Anzahl Kontrollgänge pro Jahr

Bundesland		BAB	Bundesstraße	Landstraße.	Kreisstraße	Gemeindestraße	Forststraße.	Wasserstraße	Bahn	sonstige Straßen
Baden-Württemberg	Ø		2,17	1,69	1,73	1,89	4,00			2,50
	N		6	13	11	9	3			2
	σ		0,98	0,48	0,47	0,60	5,20			0,71
Bayern	Ø	1,00	1,50	2,75	2,72	1,62	1,28		2,00	2,00
	N	3	4	8	18	16	9		3	1
	σ	0,00	1,00	3,77	5,36	0,81	0,57		0,00	,
Brandenburg	Ø	3,33	4,36	3,00	2,67	2,48	2,00	1,67	2,30	2,57
	N	3	11	18	18	25	15	3	10	7
	σ	1,16	5,28	2,38	1,91	1,01	0,38	0,58	0,48	0,79
Hessen	Ø	1,67	2,17	2,54	2,31	2,11	1,98	2,00	1,80	2,59
	N	3	24	46	53	27	45	3	5	17
	σ	0,58	0,64	1,93	1,28	1,01	1,75	1,00	0,45	2,65
Mecklenburg-VP	Ø	1,80	2,39	2,00	2,36	2,00	2,21	2,00	2,00	1,91
	N	5	23	20	14	19	14	1	12	11
	σ	0,45	0,89	0,00	0,75	0,33	0,89	,	0,00	0,30
Niedersachsen	Ø	1,57	1,86	2,47	1,92	2,18	1,49	1,00	2,18	1,59
	N	7	22	33	31	29	33	1	13	9
	σ	0,79	1,08	3,31	1,11	3,47	0,69	,	3,01	0,65
Nordrhein-Westfalen	Ø	2,30	2,06	1,94	1,95	1,82	1,78	2,50	1,56	2,42
	N	20	31	54	43	49	57	2	18	24
	σ	1,08	0,93	0,74	0,72	0,70	0,91	2,12	0,78	1,95
Rheinland-Pfalz	Ø	1,75	1,70	1,52	1,58	1,67	1,15	2,00	1,44	1,75
	N	4	20	33	24	12	20	1	9	8
	σ	0,50	0,47	0,51	0,50	0,49	0,81	,	0,53	0,46
Saarland	Ø	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,70		2,00	1,33
	N	2	4	6	1	6	5		3	3
	σ	0,00	0,00	0,00	,	0,00	0,45		0,00	0,58
Sachsen-Anhalt	Ø		2,00	2,06	2,23	2,08	2,19	2,00	2,22	4,50
	N		11	17	13	12	21	1	9	4
	σ		0,45	0,24	0,73	0,29	0,87	,	0,67	3,79
Sachsen	Ø		1,87	1,94	1,83	1,90	1,50		1,40	1,80
	N		16	18	18	21	14		5	5
	σ		0,34	0,24	0,38	0,30	0,85		0,55	0,45
Schleswig-Holstein	Ø	3,00	2,00	1,75	2,00	1,86	1,60		1,50	1,00
	N	1	5	4	6	7	5		2	3
	σ	,	0,00	0,50	1,10	1,07	0,55		0,71	0,00

Thüringen	Ø	2,25	2,00	2,18	2,00	2,33	2,36		1,67	2,00
	N	4	14	22	11	12	14		6	3
	σ	0,50	0,00	0,85	0,00	1,16	2,82		0,52	0,00
Total	Ø	2,06	2,15	2,15	2,11	2,01	1,82	1,92	1,87	2,23
	N	52	191	292	261	244	255	12	95	97
	σ	0,94	1,52	1,68	1,70	1,39	1,33	0,90	1,22	1,75

10.2 Forstliche Verkehrssicherungsmaßnahmen

10.2.1 Vorbeugende Maßnahmen

10.2.1.1 Baumarten als Gegenstand vorbeugender Maßnahmen

Baumarten als Gegenstand vorbeugender Maßnahmen	N	Prozentwerte	Gültige Prozentwerte	Kummulative Prozentwerte
Fichte	150	22,5	22,6	22,6
Douglasie	2	0,3	0,3	22,9
Kiefer	114	17,1	17,1	40
Lärche	9	1,3	1,4	41,4
Eiche	146	21,9	22	63,3
Buche	167	25	25,1	88,4
Weide	2	0,3	0,3	88,7
Pappel	12	1,8	1,8	90,5
Erle	1	0,1	0,2	90,7
Akazie, Robinie	4	0,6	0,6	91,3
Birke	20	3	3	94,3
Lbh-NdH-Mischbestand	6	0,9	0,9	95,2
NdH-LbH-Mischbestand	4	0,6	0,6	95,8
Sonst. LbH	7	1	1,1	96,8
Eberesche	3	0,4	0,5	97,3
Ulme	3	0,4	0,5	97,7
Edellaubholz	14	2,1	2,1	99,8
Kastanie	1	0,1	0,2	100
Total	665	99,7	100	
Fehlende Werte	2	0,3		
Total	667	100		

10.2.1.2 Arbeitsstunden nach Straßenklassen

Stunden je km		Arbeitsstunden	MAS	Absperrung: Eigene Arbeiter	Absperrung: Drittfinanzierte Arbeiter
BAB	N	10	10	10	10
	∅	29,73	26,90	10,40	5,40
	σ	24,31	24,96	14,96	12,92
	Std. Fehler	7,69	7,89	4,73	4,09
Bundesstraße	N	80	80	80	80
	∅	49,79	17,18	11,41	12,74
	σ	119,72	38,73	29,15	42,16
	Std. Fehler	13,38	4,33	3,26	4,71
Landstraße	N	158	158	158	158
	∅	38,37	17,70	18,10	5,35
	σ	84,19	41,50	39,12	15,79
	Std. Fehler	6,70	3,30	3,11	1,26
Kreisstraße	N	106	106	106	106
	∅	32,49	12,91	17,67	1,89
	σ	54,00	17,51	35,81	6,91
	Std. Fehler	5,24	1,70	3,48	0,67
Gemeindestraße	N	84	84	84	84
	∅	47,29	15,51	18,47	2,14
	σ	68,49	28,72	45,98	12,07
	Std. Fehler	7,47	3,13	5,01	1,38
Forststraße	N	38	38	38	38
	∅	30,98	10,75	9,99	-
	σ	36,03	13,91	15,09	-
	Std. Fehler	5,84	2,26	2,45	-
Total	N	476	476	476	476
	∅	39,78	15,80	16,14	4,83
	σ	79,69	32,64	36,50	20,81
	Std. Fehler	3,65	1,50	1,67	0,95

10.2.1.3 Arbeitsstunden nach Bundesländern

Stunden je km		Arbeitsstunden	MAS	Absperrung: Eigene Arbeiter	Absperrung: DrittfINANZIerte Arbeiter
Baden-Württemberg	N	19,00	19,00	19,00	19,00
	Ø	52,85	16,95	8,48	2,35
	σ	87,43	26,77	14,18	5,10
	Std. Fehler	20,06	6,14	3,25	1,17
Hessen	N	67,00	67,00	67,00	67,00
	Ø	27,44	14,84	12,30	2,90
	σ	39,59	21,22	24,43	11,28
	Std. Fehler	4,84	2,59	2,99	1,38
Saarland	N	11,00	11,00	11,00	11,00
	Ø	22,33	8,98	8,42	11,23
	σ	17,54	5,48	17,87	13,17
	Std. Fehler	5,29	1,65	5,39	3,97
Nordrhein-Westfalen	N	80,00	80,00	80,00	80,00
	Ø	50,47	19,89	17,56	2,95
	σ	85,66	40,54	30,38	11,57
	Std. Fehler	9,58	4,53	3,40	1,29
Niedersachsen	N	49,00	49,00	49,00	49,00
	Ø	59,67	21,32	19,64	7,88
	σ	122,56	21,40	30,96	21,59
	Std. Fehler	17,51	3,06	4,42	3,08
Schleswig-Holstein	N	7,00	7,00	7,00	7,00
	Ø	54,52	17,90	15,05	4,29
	σ	48,79	18,00	16,76	11,34
	Std. Fehler	18,44	6,80	6,33	4,29
Sachsen-Anhalt	N	32,00	32,00	32,00	32,00
	Ø	25,02	9,22	11,97	,42
	σ	28,62	11,52	14,30	2,36
	Std. Fehler	5,06	2,04	2,53	,42
Sachsen	N	38,00	38,00	38,00	38,00
	Ø	38,03	12,77	17,19	1,44
	σ	48,48	23,11	23,71	5,53
	Std. Fehler	7,86	3,75	3,85	,90
Thüringen	N	30,00	30,00	30,00	30,00
	Ø	26,35	12,11	6,25	7,84
	σ	39,23	23,14	7,23	20,66
	Std. Fehler	7,16	4,22	1,32	3,77
Brandenburg	N	40,00	40,00	40,00	40,00
	Ø	18,19	8,62	23,23	,80
	σ	24,56	14,99	61,08	3,38
	Std. Fehler	3,88	2,37	9,66	,53
Mecklenburg-VP	N	29,00	29,00	29,00	29,00

	Ø	32,47	11,60	18,02	17,32
	σ	44,47	15,67	44,06	65,35
	Std. Fehler	8,26	2,91	8,18	12,13
Rheinland-Pfalz	N	46,00	46,00	46,00	46,00
	Ø	44,05	20,38	13,14	4,30
	σ	133,05	66,88	46,10	11,74
	Std. Fehler	19,62	9,86	6,80	1,73
Bayern	N	28,00	28,00	28,00	28,00
	Ø	63,35	20,77	30,39	8,86
	σ	110,42	40,03	68,47	21,90
	Std. Fehler	20,87	7,56	12,94	4,14
Total	N	476,00	476,00	476,00	476,00
	Ø	39,78	15,80	16,14	4,83
	σ	79,69	32,64	36,50	20,81
	Std. Fehler	3,65	1,50	1,67	,95

10.3 Verkehrssicherung im Rahmen regulärer Holzernte an Straßen

10.3.1 Mehrkosten für die Holzernte nach Baumarten

Prozentuale Mehrkosten an Straßen im Vergleich zu konventionellen Hieben; nach Baumarten				
Baumart	N	Ø	σ	Std.Fehler
Fichte	219	0,53	0,60	0,04
Tanne	1	0,30	-	-
Douglasie	7	0,57	0,62	0,23
Kiefer	115	0,55	0,67	0,06
Lärche	8	0,22	0,15	0,05
Eiche	94	0,72	0,75	0,08
Buche	203	0,73	0,86	0,06
Pappel	7	0,58	0,39	0,15
Erle	1	0,20	-	-
Esche	3	1,02	0,98	0,56
Akazie, Robinie	2	0,13	0,04	0,03
Birke	5	1,17	1,27	0,57
LbH-Mischb.	1	0,20	-	-
NdH-Mischb.	3	0,18	0,13	0,07
Ulme	1	0,50	-	-
Edellaubholz	3	0,40	0,10	0,06
Alle Baumarten	2	1,50	0,71	0,50
Total	675	0,62	0,73	0,03

10.3.2 Absicherung: Kritische Baumhöhe

Absicherung: Kritische Höhe				
Baumart	N	Ø	σ	Std.Fehler
Fichte	216	12,34	4,21	0,29
Tanne	1	10,00	-	-
Douglasie	7	13,14	4,74	1,79
Kiefer	114	12,54	4,15	0,39
Lärche	7	14,00	5,66	2,14
Eiche	93	13,03	5,02	0,52
Buche	200	12,61	4,71	0,33
Pappel	7	12,57	5,00	1,89
Erle	1	15,00	-	-
Esche	3	13,33	2,89	1,67
Akazie, Robinie	2	11,00	1,41	1,00
Birke	5	10,20	4,76	2,13
LbH-Mischb.	1	15,00	-	-
NdH-Mischb.	2	18,50	9,19	6,50
Ulme	1	8,00	-	-
Edellaubholz	3	15,00	5,00	2,89
Alle Baumarten	1	15,00	-	-
Total	664	12,60	4,50	0,18

Bitte zurücksenden an

Fakultät für **Wirtschafts-**
wissenschaften

Lehrstuhl für **Forstliche**
Wirtschaftslehre

Technische Universität München
Lehrstuhl für Forstliche Wirtschaftslehre
Am Hochanger 13

85354 Freising-Weihenstephan

Am Hochanger 13
85354 Freising-Weihenstephan
Telefon: 08161/71-4630
Telefax: 08161/71-4631
E-Mail: fwl@forst.tu-muenchen.de

Freising, den 02.02.2002

Verkehrssicherung im öffentlichen Waldbesitz

Sehr geehrte Frau Revierleiterin, sehr geehrter Herr Revierleiter,

die Anforderungen unserer zunehmend verrechtlichten Existenz machen bekanntlich vor der Forstverwaltung nicht halt, sind vielmehr Ursache stetig steigender Aufwendungen. Im Rahmen einer Forschungsarbeit des Lehrstuhls für Forstliche Wirtschaftslehre zum Thema „Verkehrssicherung im öffentlichen Waldbesitz“ möchten wir Sie um Ihre Hilfe bitten. Ziel der Untersuchung ist die Erfassung der tatsächlichen Aufwendungen für Verkehrssicherung in den Forstbetrieben.

Die Untersuchung ist auf die Revierebene zugeschnitten und stützt sich auf Expertenwissen der Revierleiter, die überwiegend öffentlichen Wald bewirtschaften. Aufgenommen werden sollten im Jahre 2001 erfolgte Maßnahmen. Die Befragung ist anonym und die Daten werden vertraulich gehandhabt.

Für die Rücksendung des Fragebogens können Sie beiliegenden Fensterumschlag verwenden. Die Adresse des Lehrstuhls für Forstliche Wirtschaftslehre in Weihenstephan findet sich auf vorliegendem Briefbogen im Adressfeld. Bitte senden Sie den Fragebogen nach Möglichkeit bis zum 15. Juli 2002 an uns zurück.

Herzlichen Dank für Ihre Bemühungen.

Prof. Dr. Martin Moog

Thematische Gliederung des Fragebogens

Der beiliegende Fragebogen ist thematisch in drei Kapitel gegliedert. Wir möchten Sie bitten, sich mit den verwendeten Begriffen vertraut zu machen. Von zentraler Bedeutung sind die direkten und indirekten Sicherungsmaßnahmen:

Direkte Sicherungsmaßnahmen konkrete Maßnahmen zur Herstellung der Verkehrssicherheit an Straßen (Beseitigung von Totästen, Fällen von Gefahrenbäumen)

Indirekte Sicherungsmaßnahmen Mehraufwand der Holzernte bei planmäßigen Erntemaßnahmen, der allein dadurch entsteht, daß der Bestand an eine Straße/Eisenbahn/Wasserstraße grenzt (Absicherung der Straße, Absicherung beim Fällen der Bäume)

Um die Struktur zu veranschaulichen, sind die Gliederungspunkte mit einfachen Beispielen versehen.

	a) Betriebsinterne Kosten Löhne, Maschinenkosten	b) Ausgaben für Fremdfirmen	c) Verwaltungskosten Gehälter, etc.
Kontrolle	1a Betriebsinterne Kosten der Kontrolle (z.B. Zeitaufwand für Kontrollgänge)	1b Ausgaben für Fremdfirmen, die mit Kontrollen beauftragt sind	1c Verwaltungskosten der Kontrolle (Gehälter für Büro-Angestellte)
Direkte Sicherungsmaßnahmen	2a Betriebsinterne Kosten durch direkte Sicherungsmaßnahmen (Totastbeseitigung an Straßen durch eigene Arbeiter)	2b Ausgaben für Fremdfirmen, die mit direkten Sicherungsmaßnahmen beauftragt sind (Totastbeseitigung an Straßen durch Fremdfirma)	2c Verwaltungskosten der direkten Sicherungsmaßnahmen (Gehälter an der Planung beteiligter Büro-Angestellter)
Indirekte Sicherungsmaßnahmen	3a Betriebsinterne Kosten durch indirekte Sicherungsmaßnahmen (reguläre Durchforstungen in der Nähe von Straßen mit eigenen Arbeitern)	3b Ausgaben für Fremdfirmen, die mit indirekten Sicherungsmaßnahmen beauftragt sind (Unternehmereinsatz bei der Holzernte in der Nähe von Straßen)	3c Verwaltungskosten der indirekten Sicherungsmaßnahmen (Gehälter an der Planung beteiligter Büro-Angestellter)

Fragebogen zur Verkehrssicherung

Bundesland:.....

Forstamt (freiwillige Angabe):.....

Reviergröße:.....ha

Hauptbaumart(en).....

- Topographie**
- Hochgebirge
- Mittelgebirge
- Flachland

- Besitzart**
- Staats- bzw. Landeswald
- Kommunalwald

1. Kontrolle

1a) Betriebsinterne Kosten für die Kontrolle

Angenommen, ein gleichaltriger Reinbestand steht direkt neben einer normal frequentierten Land- oder Kreisstraße. Ab welcher Baumhöhe kontrollieren Sie normalerweise folgende Baumarten hinsichtlich einer Gefährdung der Verkehrssicherheit? Welche Gefahrenquelle ist in Ihrem Gebiet primär für eine Gefährdung ursächlich (Totast, Rotfäule, sonstige)? Bei denjenigen Baumarten, zu denen Sie keine Meinung oder Erfahrungen haben, lassen Sie bitte das vorgesehene Feld unbeantwortet.

	Höhe (m)	Gefahrenquelle		Höhe (m)	Gefahrenquelle
Fichte	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Eiche	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tanne	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Buche	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Douglasie	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Weide	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kiefer	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Pappel	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Lärche	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Erle	<input type="text"/>	<input type="text"/>
				<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sonstige Baumarten (bitte angeben).....					

Wieviele Laufmeter (lfm) zu kontrollierender Straßen befinden sich in Ihrem Revier? (einseitig, d.h. bei 100m Straße im Wald, bei der beide Seiten kontrolliert werden müssen, ergeben sich 200 Kontroll-Laufmeter)? Bitte aus Forstbetriebskarte abgreifen (bitte auf 100m genau). Landstraße und Staatsstraße werden synonym verwendet. Das gleiche gilt für Forststraße und Forstwirtschaftsweg. Im folgenden werden nur noch die Begriffe Landstraße und Forststraße verwendet. BAB steht für Bundesautobahn.

BAB	<input type="text"/>	lfm	Gemeindestraße	<input type="text"/>	lfm
Bundesstraße	<input type="text"/>	lfm	Forststraßen	<input type="text"/>	lfm
Landstraße	<input type="text"/>	lfm	Wasserstraßen	<input type="text"/>	lfm
Kreisstraße	<input type="text"/>	lfm	Eisenbahn	<input type="text"/>	lfm
Sonstige Wege (bitte angeben).....				<input type="text"/>	lfm

**Kontrollgänge an den einzelnen Straßenklassen
Wie oft wird kontrolliert (1x, 2x, 3x oder öfter pro Jahr)?**

BAB	<input type="text"/>	x/Jahr	Gemeindestraße	<input type="text"/>	x/Jahr
Bundesstraße	<input type="text"/>	x/Jahr	Forststraße	<input type="text"/>	x/Jahr
Landstraße	<input type="text"/>	x/Jahr	Wasserstraßen	<input type="text"/>	x/Jahr
Kreisstraße	<input type="text"/>	x/Jahr	Eisenbahn	<input type="text"/>	x/Jahr
Sonstige Wege (bitte angeben)				<input type="text"/>	x/Jahr

Wer führt diese Kontrollen durch? Bitte prozentualen Anteil angeben (z.B. 80% Revierleiter und 20% Forstwirt).

% Leitungsdienst (z.B. FoA-Leiter)

% gehobener Dienst (z.B. Revierleiter)

% Forstwirtschaftsmeister / Forstwirt

% andere (falls zutreffend, bitte ausführen).....

Wie groß ist in etwa der jeweilige Zeitaufwand für zu kontrollierende Verkehrswege je Kilometer (einseitig)? Bitte nennen Sie die Hauptbaumart, auf die Sie sich beziehen. Befindet sich in Ihrem Revier eine weitere Hauptbaumart, die einen unterschiedlich hohen Kontrollaufwand erfordert, so geben Sie den Aufwand bitte unter der Hauptbaumart 2 an

	Hauptbaumart 1: <u>Zeitaufwand pro Kontrolle je Kilometer Straße (einseitig)</u>	Hauptbaumart 2: <u>Zeitaufwand pro Kontrolle je Kilometer Straße (einseitig)</u>
BAB		
Bundes- und Landstraße		
Kreis- und Gemeindestraße		
Forststraße		
Eisenbahn		
Wasserstraßen		
Sonstige Wege (wie zuvor)		

Fallen Kontrolltätigkeiten vornehmlich in bestimmten Monaten an?

Ja, v.a. im.....

Nein

Bitte geben Sie die Einwohnerzahl der nächsten Stadt und ihre ungefähre Entfernung zum Revier an.

Einwohnerzahl

Entfernung km

Dokumentieren Sie die Kontrolle der Verkehrssicherheit?

Ja

Nein

Falls ja, welche Kontrolldaten dokumentieren Sie?

(Mehrfachantworten möglich)

- Zeitpunkt der Kontrolle (Datum, Jahreszeit)
- Ort der Kontrolle (welcher Streckenabschnitt wurde kontrolliert?)
- Kosten der Kontrolle (zeitlicher oder finanzieller Aufwand)
- Art der Kontrolle (visuell, abklopfen, mit Hebebühne, etc.)

- sonstige (bitte angeben).....

Falls Sie die Kontrollen dokumentieren, wo dokumentieren Sie (Betriebsbuch, Fahrtenbuch)?

.....

1b) Ausgaben für Fremdfirmen

Beauftragen Sie Fremdfirmen mit der Durchführung der Kontrolle?

- Nein
- Ja, zu etwa %.

Falls vorhanden, bitte Kosten für die Kontrolle durch Fremdfirmen angeben

	Hauptbaumart 1: Kosten pro Kontrolle je Kilometer Straße (einseitig)	Hauptbaumart 2: Kosten pro Kontrolle je Kilometer Straße (einseitig)
BAB		
Bundes- und Landstraße		
Kreis- und Gemeindestra		
Forststraße		
Eisenbahn		
Wasserstraßen		
Sonstige		

1c) Verwaltungsaufwand für die Kontrollen

Welche Verwaltungsebenen planen die Kontrollen? Bitte prozentualen Anteil des Gesamtzeitaufwands angeben (z.B. 80% Revierleiter und 20% Forstwirt).

- % Leitungsdienst (z.B. FoA-Leiter)
- % gehobener Dienst (z.B. Revierleiter)
- % Forstwirtschaftsmeister / Forstwirt
- % andere (falls zutreffend, bitte angeben).....

Wie groß ist in etwa der Planungsaufwand für die Kontrollen in Ihrem Revier?

Stunden pro Revier und Jahr

2. Direkte Sicherungsmaßnahmen

Def.: Konkrete Maßnahmen zur Herstellung der Verkehrssicherheit an Straßen (Beseitigung von Totästen, Fällen von Gefahrenbäumen)

2a) Betriebsinterne Kosten für direkte Sicherungsmaßnahmen

Welche Maschinen oder Geräte zur Verkehrssicherung kommen zum Einsatz (z.B. Hebebühne, Frontlader, etc.) und welche Kosten verursachen sie je Maschinenarbeitsstunde (MAS)?

Straßenklasse	Maschine / Gerät	Kosten je Maschinenarbeitsstunde (€/MAS)	Herkunft des Geräts (Unternehmer, Maschinenring, Eigenbesitz, etc.)
BAB			
Bundes- und Landstraßen			
Kreis- und Gemeindestraßen			
Forststraßen			
Eisenbahn			
Sonstige Straßen			

Es lassen sich zwei Arten von direkten Sicherungsmaßnahmen unterscheiden.

Akutmaßnahmen: Beseitigung akuter Gefahren und Behinderungen des Verkehrs, ein zeitlicher Aufschub ist nicht möglich (über einer Straße liegender Baum, größere Steine auf einer Straße).

Vorbeugende Maßnahmen: Beseitigung von Totästen, Beseitigung von möglicherweise faulen Bäumen oder lockeren Steinen an Straßen. Ein zeitlicher Aufschub ist i.d.R. möglich (wenige Tage bis Wochen).

Welche Akutmaßnahmen führen Sie im Bedarfsfall durch?

Maßnahme	Prozentualer zeitlicher Anteil	Sind diese Maßnahmen im Jahr 2001 über (+), im (=) oder unter (-) dem Durchschnitt der letzten Jahre angefallen?
Räumung nach Sturmwurf	%	
Baumfällung	%	
Beseitigung von Steinschlag	%	
Beseitigung von Ästen	%	
Sonstige Maßnahmen	%	
.....	%	
.....	100%	

Bitte schätzen Sie den Zeitaufwand für Akutmaßnahmen in ihrem Revier im Kalenderjahr 2001. Wieviele Arbeitsstunden sind in etwa angefallen?

	Arbeitsstunden/Jahr	Kostensatz (Euro/Stunde)
Öffentliche Straßen		
Forststraßen		

Sind zusätzlich Maschinenarbeitsstunden für Akutmaßnahmen angefallen? Falls ja, zu welchem Kostensatz?

	Maschinenarbeitsstunden (MAS)	Kostensatz (Euro/MAS)
Öffentliche Straßen		
Forststraßen		

Wer führt diese Maßnahmen durch? Bitte prozentualen Anteil des Gesamtzeitaufwands angeben (z.B. 80% Revierleiter und 20% Forstwirt).

% gehobener Dienst (z.B. Revierleiter)

% Forstwirtschaftsmeister / Forstwirt

% andere (falls zutreffend, bitte ausführen).....

Wann haben Sie das letzte Mal eine solche Akutmaßnahme durchgeführt?

Heute oder gestern vor 1-6 Monaten

letzte Woche vor 6-12 Monaten

vor 2-4 Wochen vor über einem Jahr

Welche vorbeugenden Maßnahmen führen Sie durch?

Maßnahme	Prozentualer zeitlicher Anteil am Gesamtzeitaufwand für vorbeugende Maßnahmen
A: Beseitigung von Totästen	%
B: Freischneiden des Lichtraumprofils	%
C: Baumfällung	%
Sonstige Maßnahmen	%
	100%

Falls sie vorbeugende Maßnahmen zur Sicherherstellung der Verkehrssicherheit durchführen, wie oft ist die zeitliche Wiederkehr an einer Stelle (alle x? Jahre)?

BAB	<input type="text"/> Jahr(e)	Gemeindestraße	<input type="text"/> Jahr(e)
Bundesstraße	<input type="text"/> Jahr(e)	Forststraßen	<input type="text"/> Jahr(e)
Landstraße	<input type="text"/> Jahr(e)	Eisenbahn	<input type="text"/> Jahr(e)
Kreisstraße	<input type="text"/> Jahr(e)	Wasserstraßen	<input type="text"/> Jahr(e)
Sonstige Wege	<input type="text"/> Jahr(e)		

Bitte führen Sie für das Kalenderjahr 2001 bis zu 4 vorbeugende Maßnahmen mit nennenswerten Aufwendungen exemplarisch an.

Streckenlänge bitte aus Forstbetriebskarte abgreifen (auf 100m genau).

Lfd. Nr.	Straßenklasse (BAB, B, L, K, G)	Art der Maßnahme (z.B. Totastbeseitigung, Gefährbaumfällung, etc) und verwendetes Gerät	Falls Bäume Gegenstand der Maßnahme sind, bitte Baumart und deren mittlere Höhe angeben	Auf welcher Strecke erfolgte die Maßnahme	Falls Maschinen eingesetzt wurden, wieviele Stunden zu welchem Kostensatz?	Benötigte Anzahl Arbeiterstunden getrennt nach Durchführung der Maßnahme und Absperrung (Wegesicherung). Bei Absperrung bitte ggf. zwischen eigenen Arbeitern und Arbeitern anderer Institutionen unterscheiden.	Vor wievielen Jahren wurde eine ähnliche Maßnahme an dieser Stelle das letzte Mal durchgeführt?
1			Baumart:..... Höhe:.....	.....lfm	.....Stunden.....Euro/MAS	Durchführung.....Stunden Absperrung durch eigene Arbeiter.....Stunden durch fremdfinanzierte Arbeiter..... Stunden	Vor .....Jahren
2			Baumart:..... Höhe:.....	.....lfm	.....Stunden.....Euro/MAS	Durchführung.....Stunden Absperrung durch eigene Arbeiter.....Stunden durch fremdfinanzierte Arbeiter.....Stunden	Vor .....Jahren
3			Baumart:..... Höhe:.....	.....lfm	.....Stunden.....Euro/MAS	Durchführung.....Stunden Absperrung durch eigene Arbeiter.....Stunden durch fremdfinanzierte Arbeiter.....Stunden	Vor .....Jahren
4			Baumart:..... Höhe:.....	.....lfm	.....Stunden.....Euro/MAS	Durchführung.....Stunden Absperrung durch eigene Arbeiter.....Stunden durch fremdfinanzierte Arbeiter.....Stunden	Vor .....Jahren

2b) Ausgaben für Fremdfirmen

Lassen Sie vorbeugende Maßnahmen zur Verkehrssicherung (z.B. Baumfällung, Totastbeseitigung, etc.) von einer externen Firma (Forstunternehmen) durchführen?

Nein

Ja, zu %

Falls ja, welche Art von Maßnahmen (bitte angeben).....

Die Kosten betragen etwa Euro/Arbeitsstunde

Führen Sie anfallende Maßnahmen zur Verkehrssicherung mit Unterstützung anderer Betroffener durch (z.B. Straßenbauamt, Bauhof, Wasserwirtschaftsamt, private Vereine)? Falls ja, mit wem und in welchem Umfang?

.....
.....
.....

Der Anteil der Arbeiten in Kooperation liegt bei etwa %

Übernehmen in diesem Fall die unterstützenden Behörden oder Träger die Kosten für die Maßnahme?

Ja Nein Ja, teilweise: zu %

2c) Verwaltungskosten für vorbeugende Sicherungsmaßnahmen

Welche Verwaltungsebenen planen die Durchführung der nötigen Maßnahmen? Bitte prozentualen Anteil des Gesamtzeitaufwands angeben (z.B. 80% Revierleiter und 20% Forstwirt).

% Leitungsdienst (z.B. FoA-Leiter)

% gehobener Dienst (z.B. Revierleiter)

% Forstwirtschaftsmeister / Forstwirt

% andere (falls zutreffend, bitte ausführen).....

Wie groß ist in etwa der Planungsaufwand für vorbeugende Maßnahmen in Ihrem Revier?

Stunden pro Revier und Jahr

3. Indirekte Sicherungsmaßnahmen

Def.: Mehraufwand der Holzernte bei planmäßigen Erntemaßnahmen, der allein dadurch entsteht, daß der Bestand an eine Straße (Eisenbahn) grenzt (Absicherung der Straße, Absicherung beim Fällen der Bäume).

3a) Betriebsinterne Kosten für indirekte Sicherungsmaßnahmen

Regulär durchzuführende Betriebsarbeiten (v.a. Holzerntemaßnahmen) in der Nähe von öffentlichen Straßen (zwei Baumlängen Abstand (UVV)!) sind mit einem erhöhten Sicherungsaufwand verbunden. Welche Maßnahmen ergreifen Sie im Regelfall?

- Absichern der Bäume mit Greifzug/Seilwinde
- Vollsperrung der Straße
- Aufstellen von Posten
- Sonstige (bitte angeben).....

Laut UVV ist für alle öffentlichen Straßen in Bezug auf Verkehrssicherung die gleiche Sorgfalt anzusetzen. Mit den oben angesprochenen indirekten Sicherungsmaßnahmen an öffentlichen Straßen entsteht im Vergleich zur normalen Holzernte eine höhere finanzielle Belastung für den Betrieb. Nennen Sie bitte diejenigen zwei Baumarten, mit denen Sie die größte Erfahrung haben. **Um wieviel Prozent erhöhen sich Ihrer Meinung nach die Holzerntekosten an öffentlichen Straßen (Korridor entlang der Straße mit zwei Baumlängen Tiefe!) durch die Absicherung im Vergleich zu den durchschnittlichen Holzerntekosten ohne Sicherungsmaßnahmen?**

	Name der Baumart	Sicherung notwendig ab einer Höhe von [Meter]	Die Holzerntekosten erhöhen sich durch die Absicherung um etwa
Baumart 1		m	%
Baumart 2		m	%

Holzerntemaßnahmen an Forststraßen:

Ergreifen Sie neben dem üblichen Absperrern mit Schildern/Trassierband zusätzliche Maßnahmen an Forststraßen?

Ja (bitte ausführen).....

.....

Nein

Falls Sie zusätzliche Maßnahmen ergreifen, führen diese Maßnahmen auf allen Forststraßen oder nur einem Teil der Forststraßen durch?

auf allen Forststraßen werden zusätzliche Maßnahmen durchgeführt

nur auf einem Teil der Forststraßen werden zusätzliche Maßnahmen durchgeführt,

etwa % aller Forststraßen sind betroffen

Der Gefahrenbereich eines Baumes ist laut UVV seine zweifache Höhe. Bei Holzerntemaßnahmen in einem Korridor von zwei Baumhöhen Tiefe entlang einer Forststraße sind demnach Sicherungsmaßnahmen nötig (z.B. Trassierband oder sogar Posten). Um wieviel Prozent erhöhen sich die Holzerntekosten an Forststraßen durch Sicherungsmaßnahmen im Vergleich zu den durchschnittlichen Holzerntekosten im Bestand?

Die Holzerntekosten erhöhen sich um etwa %

Welche spezifischen indirekten Sicherungsmaßnahmen führen Sie an Eisenbahntrassen durch?

.....

.....

3b) Ausgaben für Fremdfirmen

Lassen Sie Holzerntemaßnahmen, die Sicherungsmaßnahmen an Straßen beinhalten, von Fremdfirmen durchführen?

Nein

Ja, zu %.

Die Kosten an öffentlichen Straßen erhöhen sich im Vergleich zu durchschnittlichen Holzerntekosten um etwa %

Die Kosten an Forststraßen erhöhen sich im Vergleich zu durchschnittlichen Holzerntekosten um etwa %

3c) Verwaltungskosten für indirekte Sicherungsmaßnahmen

Welche Verwaltungsebenen planen die nötigen Maßnahmen? Bitte prozentualen Anteil des Gesamtzeitaufwands angeben (z.B. 80% Revierleiter und 20% Forstwirt).

<input type="text"/>	% Leitungsdienst (z.B. FoA-Leiter)
<input type="text"/>	% gehobener Dienst (z.B. Revierleiter)
<input type="text"/>	% Forstwirtschaftsmeister / Forstwirt
<input type="text"/>	% andere (falls zutreffend, bitte ausführen).....

Wie groß ist in etwa der Planungsaufwand für indirekte Sicherungsmaßnahmen in Ihrem Revier?

<input type="text"/>	Stunden pro Revier und Jahr
----------------------	-----------------------------

Schlußfragen

Geben Sie bitte den gesamten finanziell bewerteten Aufwand an, der unter einer (denkbaren) Kostenstelle „Verkehrssicherung“ in Ihrem Revier im Kalenderjahr 2001 entstanden ist (falls vorhanden aus Betriebsbuchführung, andernfalls bitte eigene Schätzung).

Betriebsbuch: Euro / Jahr

Schätzung: Euro/Jahr

Gibt es weitere Gesichtspunkte, die für die Kosten von Verkehrssicherung relevant sind, aber im Fragebogen nicht erfaßt werden?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Herzlichen Dank für die Bearbeitung!

Hermann S. Walter

Beruflicher Werdegang

Bayerische Staatsforsten, Zentrale Regensburg	<i>Vorstandsbüro</i>	ab 06/2005
Bayerische Staatsforstverwaltung	<i>Stationen im Forstamt Mindelheim, Forstamt Aichach, Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten</i>	11/2004-05-2005

Ausbildung

Bayerische Staatsforstverwaltung	<i>Referendariat mit Abschluss der Großen Forstlichen Staatsprüfung</i>	06/2002 - 10/2004
Lehrstuhl für Forstliche Wirtschaftslehre, TU München	<i>Wissenschaftlicher Mitarbeiter</i>	10/2001 – 05/2002
Fakultät für Forstwissenschaft, LMU und TU München	<i>Studium der Forstwissenschaft Abschluss als Dipl.-Forstwirt Univ.</i>	1997 - 2001
Wehrdienst	<i>Angehöriger der Sportfördergruppe der Bundeswehr</i>	10/1995 - 05/1996
Lion-Feuchtwanger- Gymnasium, München	<i>Kollegstufe, Abitur im Juni 1995</i>	1993 - 1995
Werner-Heisenberg- Gymnasium, Garching	<i>Jahrgangsstufen 5-11</i>	1986 - 1993
Grundschule Eichenried	<i>Jahrgangsstufen 1-4</i>	1982 - 1986

Freising, im November 2006