

Oliver Trisl

**Kombiniertes Ringscheibenverfahren
als Verjüngungs- und Verbissinventurkonzept**

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand auf Basis der Ergebnisse verschiedener Gutachten und Diplomarbeiten an der Universität Göttingen sowie der Fachhochschule Hildesheim/Holzminden/Göttingen, Fakultät Ressourcenmanagement, die in den Jahren 2001 bis 2004 erarbeitet wurden.

Besonderer Dank gilt Frau Bora Drutschmann und Herrn Carsten Federspiel für die Datenaufnahme sowie die Erstellung der digitalisierten Karten.

Herrn Prof. Dr. A. Akça und Herrn Dr. J. Müller danke ich für die kritische Durchsicht der Arbeit und die hilfreichen Anregungen, Frau Iris Rothäusler M.A für die Korrekturen.

Bösinghausen, im Dezember 2011

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Literaturübersicht und Diskussion	3
2.1 Verbiss- und Verjüngungsinventurkonzepte in den Forstverwaltungen der Bundesrepublik Deutschland	4
2.1.1 Systematisches Kontrollzaunverfahren, Baden-Württemberg (SUCHANT u. ROTH 1994)	4
2.1.2 Verbissinventur der Bayerischen Staatsforstverwaltung (Bayern 1998)	4
2.1.3 Richtlinien für die Hege und Bejagung des Rehwildes in Hessen (Hessen 1988, SCHWAB 1999b)	5
2.1.4 Anleitung zur Durchführung der Inventur zum Zustand der Waldverjüngung in den Wäldern der Landesforst – Teil "Forstliches Verbissgutachten 2010" (Landesforst Mecklenburg-Vorpommern 2010)	5
2.1.5 Verbiß-Weiserflächen für die Erhebung des Wildverbißdrucks auf die Waldverjüngung in den Wäldern Niedersachsens (SCHWAB 1999b)	6
2.1.6 Anweisung zur Betriebsinventur (Niedersachsen 2001)	6
2.1.7 Anleitung zur Erhebung von Verbiß- und Schälsschäden als Grundlage eines Gutachtens zum Einfluß des Schalenwildes auf das waldbauliche Betriebsziel (Rheinland-Pfalz 1995)	7
2.1.8 Kombiniertes saarländisches Stichprobenverfahren zur Erfassung des Schalenwildverbisses und der Fegeschäden und zur Darstellung der Waldverjüngung (Saarland 1995)	8
2.1.9 Verwaltungsvorschrift für die forstlichen Gutachten über den Vegetationszustand, entstandene Verbiss- und Schälsschäden und den Stand der Waldverjüngung (Sachsen 2000)	9
2.1.10 Modifiziertes Kontrollzaunverfahren (Sachsen 2004)	9
2.1.11 Stichprobenverfahren zur Erfassung des Schalenwildverbisses und der Wildschäden im Wald zur Erstellung von Verbissgutachten, Sachsen-Anhalt (SCHWAB 1999b)	10
2.1.12 Schleswig-Holstein (Schink 2006)	11
2.1.13 Anweisung zur örtlichen Erfassung der Verbiß- und Schälsschäden als Grundlage eines Forstlichen Gutachtens (Thüringen 1994)	11
2.2 Verbiss- und Verjüngungsinventurkonzepte in den deutschen Nationalparks	11
2.2.1 Nationalpark Bayerischer Wald (Nationalpark Bayerischer Wald 1995)	11
2.2.2 Inventurkonzepte in den Nationalparks Harz und Hochharz	12
2.2.2.1 Nationalpark Harz (Niedersachsen 1998a, 1998b, RAIMER 2004)	12
2.2.2.2 Nationalpark Hochharz (KARSTE u. SCHUBERT 1997, KARSTE et al. 2000, 2001, Nationalpark Hochharz 2003)	13

2.2.3	Nationalpark Sächsische Schweiz (Sachsen 1998)	13
2.2.4	Nationalpark Hainich	14
2.2.5	Nationalpark Eifel	14
2.2.6	Nationalpark Kellerwald-Edersee	15
2.3	Wissenschaftliche Inventurkonzepte	15
2.3.1	Die Naturverjüngung der Wälder im Apuseni-Gebirge Rumäniens und ihre Beeinflussung durch die Waldweide (BRANTZEN 2002)	15
2.3.2	Monetäre Bewertung von Wildverbiss in Naturverjüngungen (BURGHARDT u. SUCHANT 2003)	15
2.3.3	Wildschadensbewertung im Wald (MOOG u. SCHALLER 2002)	17
2.3.4	Erfassung von Wildverbiss in Naturverjüngungen (ROEDER et al. 2001)	17
2.3.5	Der Einfluß des Rehwildes auf die Naturverjüngung von Mischwäldern (ROTH 1995)	18
2.3.6	Wildverbiß - Waldverjüngungskontrolle - Verfahrensvergleich (SCHWAB 1999b)	19
2.3.7	Verbißkontrolle im Traktverfahren (STAGL 1994, SCHWAB 1999a, 1999b)	19
2.3.8	Stichprobenverfahren zur Erfassung und Beschreibung von Naturverjüngung (STAUPENDAHL 1997)	20
2.3.9	Inventuren auf Basis kombinierter Stichproben zur Erhebung der Verbissbelastung	21
	2.3.9.1 Habitatgutachten für den Kermeter im Forstamt Schleiden (TRISL u. KLEINE 2001)	21
	2.3.9.2 Forstliches Gutachten zur Verbissituation in der Harbker Wald GbR (TRISL u. RÜHE 2001)	21
	2.3.9.3 Verbissgutachten für die Revierförsterei Sattenhausen (TRISL 2001)	21
2.4	Zusammenfassende Bewertung	22
3	Methodik	25
3.1	Statistische Grundlagen – Klumpenstichprobe – Permanente Stichproben	25
3.1.1	Einstufige Klumpenstichprobe aus Zufallsauswahl	26
3.1.2	Korrelationsanalyse	28
	3.1.2.1 Unabhängigkeit benachbarter Stichproben einer Inventur	28
	3.1.2.2 Abhängigkeit der Ergebnisse einer Stichprobe aus aufeinander folgenden Inventuren	28
3.1.3	Fehlerfortpflanzung	29
3.2	Verfahrensbeschreibung	30
3.2.1	Untersuchungsraum	30
3.2.2	Vorarbeiten	30

3.2.2.1	Stichprobenumfang	31
3.2.2.2	Quadratgitternetz	32
3.2.2.3	Inventurkarten	32
3.2.2.4	Bestimmung der Einmessstrecken	33
3.2.2.5	Aufnahmebögen	33
3.2.3	Untersuchungsablauf	34
3.2.3.1	Stichprobenaufbau	34
3.2.3.2	Aufnahmeverfahren	35
3.2.3.3	Terrestrische Datenerhebung	36
3.2.3.4	Datenauswertung	37
3.2.4	Verbisschäden	38
4	Ergebnisse	39
4.1	Baumartenverteilung	39
4.2	Verbissbelastung	41
4.3	Zusammenfassung und Diskussion	44
5	Optimierung des Stichprobenverfahrens	47
5.1	Varianz, Variationskoeffizient	47
5.2	Prüfung der Mittelwertunterschiede	49
5.2.1	F-Test	49
5.2.2	t-Test	50
5.3	Zeitstudie	51
5.4	Optimierung	54
5.4.1	Kombinierte Drei-Segment-Stichprobe	58
5.4.2	Fazit	61
5.5	Beschreibung des optimierten Verfahrens	61
5.6	Überführung des Betriebsinventurkonzepts auf Bestandesinventuren	62
5.7	Zusammenführung von Verbiss- und Schälsschadeninventur zu einem integrierten Wildschadensmonitoringsystem	64
6	Diskussion	67
7	Zusammenfassung	69
8	Summary	71
9	Literaturverzeichnis (inkl. unveröffentlicher Gutachten)	73

Anhang

Anhang A.1	Inventurkarte Forstort Bovenden	79
Anhang A.2	Inventurkarte Forstort Holtensen	81
Anhang A.3	Inventurkarte Forstort Lenglern	83
Anhang A.4.1	Aufnahmeprotokollvordruck Verbissinventur	85
Anhang A.4.2	Aufnahmebogen Verbissinventur	86
Anhang A.5.1	Baumartenverteilung - Drei-Segment-Stichprobe -	87
Anhang A.5.2	Baumartenverteilung nach Größenklassen - Drei-Segment-Stichprobe -	89
Anhang A.5.3	Baumartenverteilung nach Kreisringen - Drei-Segment-Stichprobe -	91
Anhang A.5.4	Schadenverteilung gesamt - Drei-Segment-Stichprobe -	93
Anhang A.5.5	Verbisskriterien nach Baumarten - Drei-Segment-Stichprobe -	95
Anhang A.5.6	Verbisskriterien nach Baumarten und Größenklassen - Drei-Segment-Stichprobe -	99
Anhang A.5.7	Schadenverteilung nach Kreisringen - Drei-Segment -Stichprobe -	111
Anhang A.5.8	Baumartenverteilung - Einzelsegmentweise Betrachtung -	113
Anhang A.5.9	Baumartenverteilung nach Kreisringen - Einzelsegmentweise Betrachtung -	115
Anhang A.5.10	Schadenverteilung gesamt - Kreisringweise Betrachtung -	117
Anhang A.5.11	Schadenverteilung nach Kreisringen	119
Anhang A.5.12	Verbisskriterien nach Baumarten - Kreisring 2 -	121
Anhang A.6	F-Test	125
Anhang A.7	t-Test	127
Anhang A.8	Optimierung Einzelsegmentweise Betrachtung	129
Anhang A.9	Optimierung Drei-Segment-Stichprobe	131
Anhang A.10	Anweisung zur terrestrischen Datenerhebung für das Kultur- qualitätsmanagement im Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt (Sachsen-Anhalt et al. 2008)	133

1 Einleitung

Neben den Schäden durch schälendes Schalenwild stellt der Verbiss eine weitere wichtige Beeinflussung des waldbaulichen Handelns dar, unterscheidet sich jedoch von der Problematik der Schälsschäden ganz erheblich in der waldbaulichen und wirtschaftlichen Beurteilung und deren Konsequenzen.

Während Schälsschäden Bestände in einem Alter treffen, in dem diese etabliert sind und erste Differenzierungen erfolgten, stellt der Verbiss ein Problem der weiteren Initialphase von Beständen dar.

Schälsschäden beeinflussen Bestände erst durch die dadurch verursachten Folgeschäden (Stammfäule) und kommen deshalb erst viele Jahrzehnte nach der Schädigung zum Tragen. Sie stellen häufig infolge der längerfristigen Verzinsung der getätigten Investitionen einen gravierenderen Einschnitt als Schädigungen durch Verbiss dar (vgl. TRISL 1999b, LANZ 2000, TRISL 2002b, 2004a, 2007a, b).

Verbisschäden hingegen beeinträchtigen getätigte Investitionen (Pflanzungen, Naturverjüngungen) bereits nach kurzer Zeit und dies unmittelbar. Besteht die Möglichkeit, den weiteren Verbiss zu unterbinden (z. B. durch Zäunung, Einzelschutz, Abschusserhöhung), ist der Verbissbelastung aber im Gegensatz zu Schädigungen durch Schälsschäden in den meisten Fällen ohne nachhaltige Beeinträchtigung der Bestände zu begegnen. Allgemeingültige Grenzwerte für das tragbare Verbissprozent sind deshalb nicht möglich. Ob eine Verbissbelastung als Schaden zu betrachten ist, hängt von Verjüngungsnotwendigkeit, Zielbaumarten, Wuchsbedingungen und Stammzahlen ab (REIMOSER et al. 1997).

Vom betriebswirtschaftlichen Standpunkt gesehen sollten Verbisschäden auch aufgrund der zumeist geringen Laufzeit der Investition unproblematischer, der entstandene Schaden einfacher monetär zu bewerten sein. Dass dies nicht immer der Fall ist begründet sich darin, dass ein großer und überwiegender Teil der jungen Bäume später gar nicht geerntet wird, weil er im Rahmen der natürlichen Differenzierung der Jungbestände ausfällt und somit dann kein monetär bewertbarer Schaden entsteht. Dennoch üben diese Bäume durch die inter- bzw. intraspezifische Konkurrenz zu den übrigen Bestandegliedern einen wichtigen Einfluss auf das Wachstum ihrer Nachbarbäume und somit auf die Entwicklung des Jungbestandes insgesamt aus. Durch den Verbiss kann dieser Konkurrenzeinfluss verändert werden bzw. je nach Intensität des Verbisses auch gänzlich ausfallen. Dies ist häufig dann gegeben, wenn der Verbiss selektiv erfolgt, d.h. bestimmte Baumarten überdurchschnittlich stark betroffen werden, wie beispielsweise Hainbuchen in Edellaubholzmischbeständen oder Eichenbeständen. Bei der monetären Bewertung des Wildeinflusses auf Verjüngungen ist demnach der quantitative Ausfall eines bestimmten Anteils der Verjüngung nicht das entscheidende Bewertungskriterium, vielmehr muss hier über eine differenzierte Betrachtung der horizontalen und vertikalen Zusammensetzung der Verjüngung der Einfluss auf das Verjüngungsziel eingeschätzt werden. Darin ist ein wesentlicher Unterschied im Gegensatz zur Beurteilung der Schäden durch Schäle zu sehen, denn hier entsteht auch an den nicht im Endbestand vertretenen Stämmen ein monetär bewertbarer Schaden, wenn diese Stämme im Rahmen von Vornutzungen entnommen werden und bereits marktfähige Sortimente darstellen. Um im Zuge der Bewertungen von Verbisschäden die tatsächliche finanzielle Beeinträchtigung realistisch abzubilden, ist es notwendig, spezifische Informationen über die jeweilige Zusammensetzung der Verjüngung sowie die Schädigung durch Verbiss bzw. andere biotische (z. B. Hase, Maus) und abiotische Einflüsse (z. B. Trockenheit, Pilzbefall usw.) zu erhalten.

Im Vordergrund steht dabei zunächst der Umfang des für das Wachstum und die Qualität der Bestände entscheidenden Leittriebverbisses. Ein weiteres wichtiges Kriterium ist die Verteilung und die Schädigung der Mischbaumarten. Zur Beurteilung der durch den Verbiss verur-

sachten Selektion einzelner Baumarten ist es zudem wünschenswert, Informationen über die Verbissbelastung höhendifferenziert zu erhalten. Erst durch den Grad des Rückgangs einzelner Baumarten in den höheren Größenklassen lässt sich die Bedeutung der Verbissbelastung beurteilen. Der selektive, auf bestimmte bevorzugte Baumarten bezogene Verbiss kann somit im Vordergrund der Bewertung von Verbisschäden stehen, wie auch von OESTEN und WURZ (2002) bemerken.

Ein weiterer Aspekt ist die Beurteilung des Substitutionseffekts der Holzproduktionsfunktion geschädigter Pflanzen durch andere Pflanzen der Population (vgl. MOOG u. SCHALLER 2002).

Darüber hinaus wird es möglich, im Rahmen von Soll-Ist-Vergleichen den entstandenen Schaden zu bewerten. Dies kann z. B. durch den Vergleich des Anteils der ungeschädigten Verjüngung zu waldbaulichen Zielzahlen für Bestandesbegründungen erfolgen (vgl. TRISL u. RÜHE 2001, TRISL 2001).

Es ist deshalb erforderlich, ein rationelles Inventurkonzept zur Verfügung zu stellen, das über die reine Erfassung des Verbissprozentes hinausgeht und im Sinne einer **Verjüngungsinventur** die Baumarten- und Höhenklassendiversität der Verjüngung aus natürlicher Entstehung und künstlicher Begründung sowie die biotischen und abiotischen Schädigungen abbildet. Die Erhebung dieser Informationen sollte einfach und kostengünstig sein. Das Verfahren muss mathematisch-statistisch gesicherte Werte liefern und die häufig inhomogene Verteilung der Verjüngungsbereiche, sowie innerhalb dieser, die Verteilung und Zusammensetzung der Verjüngung spezifisch erfassen. Das Verfahren sollte als permanente Inventur zu konzeptionieren sein, um gerade die Veränderungen in der Zusammensetzung und der Höhe unter dem Einfluss des Wildes und anderer Prädatoren abschätzen zu können. Nur so können jederzeit Informationen über den Grad der Erfüllung von Betriebszielen bzw. die Entwicklung von Naturschutz- und Nationalparkflächen gemäß den Schutzgebietszielsetzungen dokumentieren und eine belastbare Datengrundlage für monetäre Bewertungen der Schäden im Rahmen von Wildschadensanmeldungen nach den jagdlichen Rechtsvorschriften zur Verfügung gestellt werden.

Ergebnisse von Verbissinventuren auf Basis großräumiger Erhebungen eignen sich zudem als Weiser für die Überprüfung der Wirksamkeit von getroffenen Bewirtschaftungsmaßnahmen (jagdliche Eingriffe, Lebensraumverbesserungen, Schutz vor Störungen), da angenommen werden kann, dass diese mit dem Schadensausmaß korrelieren und Veränderungen anzeigen (REIMOSER et al. 1997).

2 Literaturübersicht und Diskussion

Die folgende Zusammenstellung ist ein Versuch, aus der Vielzahl der in der Vergangenheit durchgeführten und publizierten Inventurkonzepten eine systematische Übersicht heraus zu arbeiten. Diese erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Zunächst werden die verschiedenen, sich häufig wiederholenden Grundkonzepte zur Erhebung von Verjüngung und Verbiss skizziert. Danach erfolgt ein Überblick über die in den deutschen Nationalparks sowie durch die Landesforstverwaltungen durchgeführten Verjüngungs- und Verbissinventurkonzepte. Daran schließen beispielhaft Inventuren an, die als wissenschaftliche Arbeiten publiziert wurden. Bei diesen Untersuchungen stehen nicht immer die Entwicklung und Erprobung eines Inventurkonzepts im Vordergrund, vielmehr sind Aspekte der Beurteilung und Bewertung der durch den Verbiss verursachten Veränderungen der Bestände Gegenstand der Betrachtung. Im Rahmen der folgenden Betrachtungen werden dann die verwendeten Inventurverfahren prioritär betrachtet.

Grundsätzlich sind folgende Stichprobenkonzepte zu unterscheiden, die in den meisten Verjüngungs- und Verbissinventuren in Modifikation zur Anwendung kommen:

Zunächst ist das **Linientaxationsverfahren** zu nennen, bei dem auf einer Linie zumeist in relativ gleichen Abständen zueinander Probeflächen bzw. N-Baum-Stichproben zur Erfassung der Merkmale positioniert werden. Dieses Verfahren ist durch ALDOUS (1944) im Rahmen der Untersuchung der Verbissbelastung durch Weißwedelhirsche in den USA entwickelt worden.

STAGL stellte 1984 das **Traktverfahren** vor. Dieses ist ein von der Forstlichen Bundesanstalt in Österreich entwickeltes Stichprobenverfahren zur Beobachtung der Beäusungsintensität von Naturverjüngungen. Die Erhebung erfolgt dabei auf 2 m breiten, unterschiedlich langen (50 m bis über 100 m), fix vermarkten Trakten.

Einen Sonderfall stellt das **Pflanzreihenverfahren** dar, bei dem sich durch Erhebung aller Individuen jeder x-ten Pflanzreihe der Zustand von künstlichen Verjüngungen erfassen lässt.

Das **systematische Vergleichsflächenverfahren** basiert auf dem Vergleich von durch Zäunung geschützten und ungeschützten Flächenpaaren. Diese Probeflächenpaare können in ihrer Größe variieren. So verwendet PERKO (1980) Flächenpaare mit einer Größe von 7 m * 7 m, der Nationalpark Harz Flächenpaare mit einer Größe von 12 m * 12 m (RAIMER 2004). Eine Beurteilung systematischer Vergleichsflächenverfahren im Vergleich mit anderen Konzepten gibt REIMOSER et al. (1997).

Schließlich sind die auf Basis **systematischer Rasternetze durchgeführten Inventurkonzepte** zu nennen. Auf Grundlage darüber positionierter Probepunkte lassen sich Zustand und Zusammensetzung von Verjüngung über verschiedene Stichprobenkonzepte erheben. So kann die Verjüngung direkt an diesen Punkten in Form von N-Baum-Stichproben (vgl. u.a. TROMMER 1972) oder über Probeflächen erhoben werden. Im Rahmen von großräumigen Verbissinventuren der Landesforstverwaltungen (Bayern [1998], Rheinland-Pfalz [1995], Sachsen [2000]; vgl. 2.1 ff) kommen Verfahren zur Anwendung, die eine Kombination aus systematischer Stichprobe und Linientaxationsverfahren darstellen.

2.1 Verbiss- und Verjüngungsinventurkonzepte in den Landesforsten der Bundesrepublik Deutschland

2.1.1 Systematisches Kontrollzaunverfahren, Baden Württemberg (SUCHANT u. ROTH 1994)

Im Rahmen des flächendeckenden, alle drei Jahre durchgeführten "forstlichen Gutachtens" wird ein zweistufiger Ansatz praktiziert. Ein zunächst einfaches Schätzverfahren wird für tiefergehende Fragestellungen auf Ortsebene durch Vergleichsflächenverfahren mit Kontrollzäunen ergänzt. Dieses Verfahren geht auf Untersuchungen von ROTH (1995) nach einem mehrjährigen Praxistestlauf (SUCHANT u. ROTH 1994) zurück (vgl. auch 2.3.2). Pro Revier werden dabei fünf bis zehn, bzw. pro Forstamt 30 bis 100 Vergleichsflächenpaare eingerichtet. Diese lassen zunächst örtliche, auf die Anlagefläche bezogene Aussagen zu, die mit zunehmender Anzahl der Vergleichspaare dann für größere Gebiete statistisch abgesicherte Aussagen ermöglichen. Die Flächen sind jeweils 12 m * 12 m groß. Innerhalb dieser Flächen wird ein Probekreis von, je nach Pflanzendichte, 5 m² bis 25 m² Größe ausgeschieden.

Neben einem Ist-Ist-Vergleich (gezäunt - ungezäunt) werden die Ergebnisse auch über einen Soll-Ist-Vergleich bewertet. Dabei werden die Prüfkriterien "Pflanzendichte", "Mischungsanteile in der Oberschicht der Verjüngung", "baumartenspezifische Oberschichthöhe" und "baumartenspezifisches Terminaltriebverbissprozent" in Verbindung mit den waldbaulichen Sollwerten über ein dreistufiges Beurteilungsverfahren überprüft.



Es werden keine statistischen Kennwerte bestimmt, die die Qualität der erhobenen Daten einzuschätzen erlaubt.

2.1.2 Verbissinventur der Bayerischen Staatsforstverwaltung (Bayern 1998)

Das bayerische Verfahren geht auf ein von der Deutschen Forstservice GmbH entwickelten und von der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft modifizierten Verfahren zurück und kommt im Rahmen der forstlichen Gutachten zur Anwendung.

Über ein Rasternetz von 1,25 km Kantenlänge werden die verbissgefährdeten Bestände systematisch ausgewählt. In jeder Verjüngungsfläche wird eine Taxationslinie entlang der größten Ausdehnung gelegt und darauf fünf Aufnahmepunkte positioniert. Die dem Aufnahmepunkt nächstgelegenen 15 Pflanzen über 20 cm Höhe werden auf Verbiss untersucht. Ergänzt werden diese, sofern vorhanden, durch fünf Pflanzen unter 20 cm. Es werden neben der Art der Pflanze der Verbiss im oberen Drittel, der Leittriebverbiss sowie ggf. vorkommende Fegeschäden verzeichnet. Die Datenerhebung erfolgt jeweils im Frühjahr in einem dreijährigen Turnus.



Das bayerische Verfahren entspricht in seinem Grundaufbau dem Verfahren von Rheinland-Pfalz (vgl. 2.1.6), welches wiederum modifiziert in Sachsen angewendet wird (vgl. 2.1.8). Es werden keine statistischen Kennwerte bestimmt, die die Qualität der erhobenen Daten einzuschätzen erlaubt.

2.1.3 Richtlinien für die Hege und Bejagung des Rehwildes in Hessen (Hessen 1988, SCHWAB 1999b)

Im Rahmen der Richtlinien für die Hege und Bejagung des Rehwildes in Hessen wird zur Erfassung der Verbissbelastung an den forstlichen Nutz- und Weiserpflanzen ein Traktverfahren empfohlen. Die Trakte weisen eine Breite von 2 m und eine Länge von 50 m auf. Auf dieser Fläche werden alle Bäume auf Verbisschäden untersucht. Sind nach 25 m bereits mehr als 150 Bäume angesprochen worden, kann die Aufnahme abgebrochen werden. Die Auswahl der zu bonitierenden Bestände kann auf Vorschlag des zuständigen Forstamts bzw. über eine systematische Rasterauswahl erfolgen. Hessen gibt eine Mindestflächengröße von 0,5 ha an. Als Untergrenze soll pro 200 ha Waldfläche mindestens eine Traktfläche realisiert werden. Hessen empfiehlt als Aufnahmezeitpunkt den Spätwinter bis Frühjahr in einem dreijährigen Turnus.



Aus mathematisch-statistischer Sicht erscheint der nicht eindeutige Ausschluss subjektiver Einflussnahme bei der Auswahl der in die Inventur einzubeziehenden Bestände sowie bei der Verringerung der Aufnahmeflächen bei Erreichen einer bestimmten Baumzahl problematisch. Es werden keine statistischen Kennwerte bestimmt, die die Qualität der erhobenen Daten einzuschätzen erlaubt.

2.1.4 Anleitung zur Durchführung der Inventur zum Zustand der Waldverjüngung in den Wäldern der Landesforst – Teil "Forstliches Verbissgutachten 2010" (Landesforst Mecklenburg-Vorpommern 2010)

Mit dem "Forstlichen Verbissgutachten" (FVG) soll aus waldbaulicher Sicht und im Rahmen der waldbaulichen Regelungen der Landesforst die Qualität der Waldverjüngung beurteilt werden. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die Intensität des Wildverbisses gerichtet.

Die in das FVG einbezogenen Verjüngungsflächen werden mit waldbaulich hergeleiteten Zielpflanzenzahlen, den sog. Mindestpflanzenzahlen (MPfIZ) und Waldbau-Sollwerten (WBSW), abgeglichen und damit die zur Erreichung der Waldbauziele notwendige Qualität der Verjüngung taxiert werden. Die Inventurergebnisse dienen zudem als Weiser für die Regulierung der Abschusspläne.

Die Datenerhebung erfolgt in einer dreijährigen Periodik in den Monaten März bis Mai. Einbezogen werden alle im Datenspeicher Wald erfassten Kunst- und Naturverjüngungsbestände bis 140 cm Höhe und einer zusammenhängenden Größe von min. 0,3 ha.

Über ein 100-ha-Raster werden zunächst zwei dem Rasterpunkt zunächst liegenden Naturverjüngungsbestände beider Kategorien (Kunst- sowie Naturverjüngung) ausgewählt. Wird dabei eine Gesamtflächenzahl von 30 oder mehr Flächen erreicht, ist die Auswahl abgeschlossen. Wird diese Zahl nicht erreicht, wird in einem zweiten Durchgang jeweils eine dritte Auswahlfläche im Bereich der Rasterpunkte ausgewählt. Die Gesamtflächenzahl pro Revier wird mit max. 40 Flächen angegeben.

Im Fall von Naturverjüngungsflächen erfolgt die Datenerhebung auf Probekreisen von 2 m Radius, die entlang einer Aufnahmelinie zu positionieren sind. Bei Flächen bis ein Hektar Größe werden drei, über ein - bis zwei Hektar fünf und über zwei Hektar sechs Aufnahme- punkte im Abstand von 20 m angelegt. anzulegen.

Im Kreis werden, sofern vorhanden, zunächst bis zu zehn dominante, unverbissene und waldbauliche relevante Verjüngungspflanzen nach Höhen erfasst.

Im dritten Schritt werden bis zu 20 Individuen der Baumverjüngung getrennt in die Kategorien "verbissen", "unverbissen" und "sonstigen Schäden" erfasst und nach Art, Stückzahl und Höhe vermerkt.

Im Fall von Kunstverjüngungsbeständen erfolgt die Datenerhebung entlang der Pflanzreihen auf jeweils 10-m-Abschnitten.

Entlang dieser Reihe werden die Forstpflanzen entsprechen der oben genannten Kriterien erfasst.

In einem zweiten Schritt wird zudem die ggf. vorhandene Naturverjüngung über die Erfassung der mit erfasst. Dabei werden nur zehn Pflanzen der bis zu vier häufigsten, vorrangig waldbauliche relevanten Arten mit Stückzahl je Art eingetragen. Die übrigen Arten werden unter S zusammengefasst.

Die Auswertung erfolgt datenbankgestützt.



Das systematische Rasternetz bietet die Möglichkeit, für die erhobenen Merkmale die statistischen Kennwerte zu schätzen. Über die Qualität der geschätzten Werte werden jedoch keine Angaben gemacht.

2.1.5 Verbiss-Weiserflächen für die Erhebung des Wildverbissdrucks auf die Waldverjüngung in den Wäldern Niedersachsens (SCHWAB 1999b)

Niedersachsen hatte in Form einer vorläufigen Anweisung im Jahr 1993 ein Verbiss-Weiserflächen-Verfahren in der Erprobung. Dieses systematische Vergleichsflächenverfahren basiert auf Flächenquadraten mit einer Kantenlänge von 10 m in einem Abstand von 20 m bis 50 m. Nach Anlage der beiden Flächenquadrate soll die zu zäunende Fläche per Los ausgewählt und in einem Abstand von 1,20 m zu den Rändern des 100 m² großen Messquadrats dauerhaft gegattert werden. Die Pflanzenaufnahme erfolgt jeweils im dreijährigen Turnus vor Mitte Juni auf diesen Messquadraten auf 25 cm breiten Messstreifen. Die Anzahl der Messstreifen kann in Abhängigkeit der vorhandenen Baumzahlen schwanken und bis zu einer Vollaufnahme der Messquadrate führen. Die Baumarten werden ab einer Höhe von 10 cm in 10 cm-Stufen angesprochen.

Die Verbisschäden werden nicht angesprochen. Die Herleitung der verbissbedingten Veränderungen der Verjüngung erfolgt über den Vergleich der Pflanzenzahlveränderungen auf der gegatterten bzw. der ungegatterten Weiserfläche von einer Erhebung zu der vorangegangenen Erhebung.



Es werden keine statistischen Kennwerte bestimmt, die die Qualität der erhobenen Daten einzuschätzen erlaubt. Die nicht eindeutig bestimmte Probeflächengröße (wechselnde Anzahl Messstreifen) ist aus mathematisch-statistischer Sicht problematisch.

2.1.6 Anweisung zur Betriebsinventur (Niedersachsen 2001)

Im Rahmen der Betriebsinventur in den niedersächsischen Landesforsten erfolgt eine probekreisgestützte Verjüngungsaufnahme.

Die Erhebung erfolgt auf einem Probekreis mit einem Radius von 3 m innerhalb der Betriebsinventur auf Basis konzentrischer Kreise. Dabei wird die vorkommende Verjüngung nach Art und Anzahl innerhalb von drei Höhenklassen bis zu einem BHD von 7 cm erhoben.

Erreicht eine Baumart in einer der drei Höhenklassen die Anzahl von 30 Individuen, wird diese Baumart-Höhenklassenkombination nicht weiter erfasst, da sie dann mit min. 10.000 Individuen pro ha vertreten ist und dies als ausreichend und somit als gesichert angesehen wird. Die Erfassung aller anderen Arten-Höhenkombinationen muss jedoch weiter erfolgen.

→ *Die mit dieser Kappung bezweckte Reduzierung der Aufnahmezeit wird durch den Umstand relativiert, dass nach wie vor der gesamte Probekreis erhoben werden muss, um die anderen Baumarten-Höhenkombinationen zu erfassen.*

Weitere im Rahmen der Inventur erhobene Begleitparameter sind der Überschirmungsgrad, die Entstehung der Verjüngung, Verbisschäden am Terminaltrieb, ggf. erfolgte Schutzmaßnahmen sowie das Alter der Verjüngung. Lässt sich dieses nicht durch Fortschreibung der Angaben der Bestandeslagerbücher herleiten, erfolgt ein Auszählen der Jahrestriebe bzw. Jahrringe.

→ *Insbesondere die Begrenzung der zu erfassende Bäume auf 30 Individuen erscheint problematisch, da über dieses Vorgehen keine Informationen über die tatsächliche Baumartenverteilung innerhalb der Verjüngung erzielt werden kann. So wäre es z. B. denkbar, dass eine Baumart bereits nach einem Viertelkreis die Zahl von 30 Individuen erreicht, die Mischbaumart diese Zahl aber erst mit Beendigung des letzten Kreisviertels. Beide Baumarten gehen nun mit einem potentiellen Bestand von min. 10.000 Exemplaren in die Auswertung, obwohl die Baumart 1 u. U. mit 40.000 Exemplaren (eine gleiche Dichte in den anderen Kreisvierteln vorausgesetzt) vertreten ist und somit 80 % der Verjüngung ausmacht. Diese Dominanz kann u. U. in der weiteren Bestandesentwicklung Auswirkungen auf die Konkurrenz zwischen beiden Baumarten haben, die ggf. zu einer (weiteren) Verdrängung der mit geringerem Anteil vertretenen Baumart führen kann. Diese Informationen werden durch das empfohlene Vorgehen des Niedersächsischen Betriebsinventurverfahrens nicht erfasst. Insbesondere vor dem Hintergrund eines sehr aufwendigen Verfahrens, das aufgrund seiner Konzeption auch gute statistische Kennwerte erwarten lässt, ist dieses Vorgehen unverständlich.*

2.1.7 Anleitung zur Erhebung von Verbiss- und Schälsschäden als Grundlage eines Gutachtens zum Einfluss des Schalenwildes auf das waldbauliche Betriebsziel (Rheinland-Pfalz 1995)

Rheinland-Pfalz verwendet ein systematisches Stichprobenverfahren mit permanenten Stichprobenpunkten.

Als Kartengrundlage dient die Forstgrundkarte (1:10.000). Über diese Karte wird ein Raster von 500 m * 500 m gelegt. Jede zweite Rasterlinie wird mit den entsprechenden runden 1.000-m-Koordinaten des Gauss-Krüger-Koordinaten-Systems zur Deckung gebracht.

Die den Kreuzungspunkt umgebende Fläche (25 ha) ist die Rasterfläche. Erhebungsrelevant ist die dem Rasterpunkt nächstgelegene verbissgefährdete Fläche (Naturverjüngung oder künstliche Verjüngung, Unterbau, Voranbau) mit einer Mindestgröße von 0,3 ha bei einer Mindestbreite von 40 m. Diese Flächen müssen zu mindestens 50 % mit Baumindividuen in einem Höhenrahmen von 20-150 cm bestockt sein.

In einem zweiten Schritt wird in die Erhebungsfläche eine Taxationslinie gelegt. Die Orientierung ist durch die längste mögliche Entfernung bestimmt. Ein jeweils 10 m breiter Randbereich am Beginn und Ende der Taxationslinie bleibt dabei unberücksichtigt. Diese Taxationslinie muss mindestens 40 m lang sein. Auf dieser Linie werden insgesamt fünf Aufnahmepunkte in einem gleichen Abstand zueinander festgelegt. Pro Aufnahmepunkt werden die zehn nächsten Bäume in dem Höhenrahmen auf Verbisschäden angesprochen. Die erste Pflanze wird mit einem verwitterungsbeständigen Band gekennzeichnet. Die Verbisschäden werden jeweils im dreijährigen Turnus im März/April aufgenommen.



Insbesondere die Positionierung der Aufnahmepunkte in relativ gleichen Abständen entlang der Taxationslinie erscheint sehr aufwendig und wenig praktikabel, da dazu zunächst die Gesamtlänge der Linien terrestrisch bestimmt, die Abstände berechnet und die Aufnahmepunkte dann durch ein zweites Ablaufen auf der Taxationslinie positioniert werden müssen. Es werden keine statistischen Kennwerte bestimmt, die die Qualität der erhobenen Daten einzuschätzen gestattet.

2.1.8 Kombiniertes saarländisches Stichprobenverfahren zur Erfassung des Schalenwildverbisses und der Fegeschäden und zur Darstellung der Waldverjüngung (Saarland 1995)

Die Erhebung der Verbissbelastung erfolgt im Saarland auf Grundlage eines Linientaxationsverfahrens. Entlang einer 40 m langen Linie werden in gleichen Abständen zueinander fünf Probepunkte definiert. An jedem Probepunkt werden 15 Pflanzen in einem Höhenrahmen von 20 cm bis 110 cm aufgenommen. Dabei wird jede Verjüngungsfläche ab 0,2 ha einbezogen. Die Probepflanzen werden nach Art und Höhe angesprochen und auf Leittriebverbiss und Fegeschäden untersucht. Zur Ermittlung der Pflanzendichte wird der Abstand des 15. Baumes zur Probepunktmitte gemessen.

Ergänzt wird dieses Verfahren durch ein systematisches Vergleichsflächenverfahren auf Basis von 100 m² Aufnahmequadraten mit einem Abstand von bis zu 20 m. Hier wird ein Kontrollzaunpaar pro 100 ha empfohlen. Innerhalb der Aufnahmequadrate erfolgt die Erhebung auf 50 m² großen Probekreisen.

Die Datenerhebung erfolgt im dreijährigen Turnus.

→ *Insbesondere die Positionierung der Aufnahmepunkte in relativ gleichen Abständen entlang der Taxationslinie erscheint sehr aufwendig und wenig praktikabel, da dazu zunächst die Gesamtlänge der Linien terrestrisch bestimmt, die Abstände berechnet und die Aufnahmepunkte dann durch ein zweites Ablaufen auf der Taxationslinie positioniert werden müssen. Es werden keine statistischen Kennwerte bestimmt, die die Qualität der erhobenen Daten einzuschätzen erlaubt.*

2.1.9 Verwaltungsvorschrift für die forstlichen Gutachten über den Vegetationszustand, entstandene Verbiss- und Schälsschäden und den Stand der Waldverjüngung (Sachsen 2000)

Im Rahmen der Erstellung von forstlichen Gutachten gemäß dem Sächsischen Waldgesetz werden die entstandenen Verbiss- und Schälsschäden und der Zustand der Verjüngung über ein Inventurverfahren erhoben.

Dieses basiert auf einem Rasternetz von 1 km * 1 km in Form der Gitternetzlinien des Gauss-Krüger-Netzes. Der jedem dieser Schnittpunkte nächstgelegene, verbissgefährdete Bestand stellt eine Bonitorfläche dar. In Abhängigkeit der Flächengröße werden dort auf einer der längsten Flächenausdehnung folgenden Taxationslinie sieben bzw. zehn Probepunkte in gleichen Abständen zueinander positioniert. An jedem Probepunkt werden in Kunstverjüngungen zehn Probebäume der Hauptbaumart sowie weitere zehn der Nebenbaumart auf Verbisschäden untersucht. In Naturverjüngungen wird auf einem Probekreis mit einem Radius von 2 m kontrolliert, ob jeweils mindestens zehn dominierende Pflanzen unverbissen sind.

Die Datenerhebung erfolgt im dreijährigen Turnus jeweils in den Monaten April bis Mai.

→ *Das sächsische Verfahren stellt eine Modifikation des in Rheinland-Pfalz praktizierten Verfahrens dar. Wie auch in diesem Verfahren werden hier keine statistischen Kennwerte ermittelt, um die Qualität der geschätzten Werte beurteilen zu können. Insgesamt erscheint das Verfahren zu aufwendig in der Durchführung und bietet zudem einige Möglichkeiten der subjektiven Einflussnahme auf die Flächenauswahl und somit auf die Inventurergebnisse. Insbesondere die nicht eindeutige Positionierung der Taxationslinie ist hier zu kritisieren. Darüber hinaus ist die Anlage der Probepunkte auf dieser Linie sehr aufwendig, da die zehn Probepunkte in einem relativ gleichen Abstand zu einander positioniert werden müssen. Dieses ist, führt man sie anweisungskonform durch, jedoch nur mit einem mehrmaligen Ablaufen der Linie realisierbar.*

2.1.10 Modifiziertes Kontrollzaunverfahren (Sachsen 2004)

In Sachsen kommt in zusammenhängenden Landeswaldkomplexen von über 1.000 ha neben den regelmäßig durchgeführten Verbisserhebungen im Rahmen der Erstellung der forstlichen Gutachten (vgl. 2.1.8) zudem ein modifiziertes Kontrollzaunverfahren zur Anwendung. Dabei werden ausschließlich Naturverjüngungsvorräte in kurz- bis mittelfristig zu verjüngenden Beständen erfasst. Das sächsische Verfahren basiert auf den Grundlagen des systematischen Kontrollzaunverfahrens aus Baden-Württemberg (Suchant u. Roth, 1994; vgl. 2.1.1).

Zunächst werden pro Forstamt zwei bis drei repräsentative Bestandestypen mit typischen Merkmalen hinsichtlich der Baumartenzusammensetzung, Bodenvegetation usw. ausgewählt. Es ist dabei pro 200 ha durch den zuständigen Revierleiter ein Bestand mit einer Mindestgröße von 1 ha auszuwählen.

Die Auswahl der Positionen der Vergleichsflächenpaare erfolgt über eine orientierende Stichprobe in den ausgewählten Beständen. Dazu werden 15 Stichproben über ein systematisches Rasternetz mit einem Knotenabstand von 20 m * 20 m angelegt. An jedem Knotenpunkt wird ein Probekreis von 100 m² angelegt und die Verjüngung, der Kronenschlussgrad und der Deckungsgrad von max. vier dominierenden Arten der Bodenvegetation ausgenommen.

Die Auswahl des jeweiligen Kontrollflächenpaares erfolgt nach einem Abgleich der Ergebnisse, bei dem die größtmögliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Probekreise zueinander überprüft wird, über eine Ausgabe der Distanzmatrix der hierarchischen Clusteranalyse von SPSS und anschließender Extremwertbestimmung. Entscheidend für die Auswahl der Vergleichsflächenpaare ist die Festlegung der sogenannten "sollwertrelevanten" Baumarten für jeden Bestand. Als sollwertrelevante Baumarten gelten die Baumarten, die sich dem Äser des Schalenwildes entziehen können und in beiden Flächen eines Paares auftreten.

Eines der so bestimmten Vergleichflächenpaare wird mit einem Kontrollzaun von 12 m * 12 m umstellt und weitere Parameter erfasst.

Diese Kontrollzäune werden alle drei Jahre im Mai einer Wiederholungsaufnahme unterzogen.

2.1.11 Stichprobenverfahren zur Erfassung des Schalenwildverbisses und der Wildschäden im Wald zur Erstellung von Verbissgutachten, Sachsen-Anhalt (SCHWAB 1999b)

In Sachsen-Anhalt kam bsi 2008 ein Linienverfahren zur Erhebung der Verbissbelastung zur Anwendung. Entlang einer Aufnahmelinie werden mindestens 50, maximal 200 Bäume erfasst und auf Verbiss des Leittriebes untersucht. Die Auswahl der verbissgefährdeten Flächen erfolgt gutachterlich aus der Bestandesübersicht, ebenso wird die Position der Aufnahmelinie vor Ort im Rahmen der Erhebung festgelegt. Es werden jährliche Folgeaufnahmen vorgesehen.



Aus mathematisch-statistischer Sicht erscheint die subjektiver Einflussnahme bei der Auswahl der in die Inventur einzubeziehenden Bestände sowie der Positionierung der Aufnahmelinie problematisch. Es werden keine statistischen Kennwerte bestimmt, die die Qualität der erhobenen Daten einzuschätzen erlaubt.

Im Jahr 2008 hat der Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt unter der Bezeichnung „**Kulturqualitätsmanagement**“ ein Monitoringsystem auf den Landeswaldflächen eingeführt, das aus zwei wesentlichen Säulen besteht. Neben einem systematischen Vergleichsflächenverfahren werden die 4- bis 6jährigen Kulturflächen sowie die 9- bis 11jährigen Naturverjüngungsbestände und Voranbauflächen über ein zweistufiges Stichprobenverfahren erfasst.

Die in die Inventur einzubeziehenden Bestände werden aus dem Datenspeicher Wald extrahiert und über einen Zufallszahlengenerator 600 Bestände bestimmt. Die so ermittelten Bestände bilden die Basis für die terrestrische Datenerhebung.

Die terrestrische Datenerhebung innerhalb der Bestände erfolgt über ein systematisches Rasternetz mit einem Knotenabstand von 50 m * 50 m. An jedem Knotenpunkt wird eine **Ring-scheibe** installiert, auf der die Datenerhebung erfolgt.

Erhoben werden neben **quantitativen** Merkmalen wie Baumart und Leittriebverbiss sowie biotischer und abiotischer Schädigungen in auf die Ringscheibe bezogenen Prozentstufen

auch **qualitative** Merkmale wie z.B. die Wirksamkeit und der Zustand von Schutzmaßnahmen sowie mögliche Verbesserungsmaßnahmen.

Das Inventurkonzept und das Verfahren zur terrestrischen Datenerhebung basiert auf den Ergebnissen der vorliegenden Studie (vgl. Anhang A.10)

2.1.12 Schleswig-Holstein (SCHINK 2006)

Die Landesforsten Schleswig-Holstein haben erstmal im Jahr 2002 flächendeckende Verbiss- und Schälsschadenaufnahmen nach dem Rheinland-pfälzischen Verfahren (vgl. 2.1.6) durchgeführt. Im Jahr 2005 erfolgte die erste Wiederholungsaufnahme.

2.1.13 Anweisung zur örtlichen Erfassung der Verbiss- und Schälsschäden als Grundlage eines Forstlichen Gutachtens (Thüringen 1994)

Die thüringische Landesforstverwaltung hat 1994 im Rahmen der oben angeführten Anweisung auch ein Verbissinventurkonzept eingeführt, welche eine Modifikation des Verfahrens der rheinland-pfälzischen Landesforstverwaltung darstellt.

Thüringen verwendet ein zweistufiges Stichprobenverfahren mit permanenten Stichprobenpunkten. In einer ersten Stufe werden mittels eines systematischen Gitternetzes mit einer Kantenlänge von 707 m 50 ha große Gitternetzquadrate ausgewählt. Die dem Rasternetzschneidpunkt nächstgelegene Verjüngungsfläche mit einer Mindestgröße von 0,5 ha und einer Mindestbaumzahl von 1.500 Jungbäumen pro ha in einem Höhenrahmen von 20 cm bis 160 cm findet Eingang in die Stichprobe. Entlang der längst möglichen Geraden in dieser Verjüngungsfläche werden fünf Aufnahmepunkte in relativ gleichen Abstand zueinander positioniert. An jedem Aufnahmepunkt werden die dem Probepunkt nächsten 20 Probebäume markiert und der Leittriebverbiss sowie der Seitentriebverbiss im oberen Kronendrittel erhoben. Der Abstand zum entferntesten Probebaum wird festgehalten. Aufnahmezeitpunkt ist der Zeitraum April bis Mai in einem dreijährigen Turnus.



Insbesondere die Positionierung der Aufnahmepunkte in relativ gleichen Abständen entlang der Taxationslinie erscheint sehr aufwendig und wenig praktikabel, da dazu zunächst die Gesamtlänge der Linien terrestrisch bestimmt, die Abstände berechnet und die Aufnahmepunkte dann durch ein zweites Ablaufen auf der Taxationslinie positioniert werden müssen. Es werden keine statistischen Kennwerte bestimmt, die die Qualität der erhobenen Daten einzuschätzen erlaubt.

Aus den Verwaltungen von Brandenburg und Nordrhein-Westfalen sowie der Stadtstaaten Bremen und Hamburg sind keine landeseigenen Verfahren zur Erhebung des Verbisses bekannt. In Berlin wird die Verbissbelastung vereinzelt über Weisergatter beobachtet (SCHWAB 1999b).

2.2 Inventurkonzepte in den deutschen Nationalparks

2.2.1 Nationalpark Bayerischer Wald (Nationalpark Bayerischer Wald 1995)

Die Gründung des Nationalparks Bayerischer Wald wurde bereits 1969 beschlossen. Dieses Gebiet umfasste zunächst nur einen kleineren Bereich, der aus der Nutzung genommen wurde. Im Laufe der Jahre wuchs die Nationalparkfläche auf nunmehr rd. 13.000 ha an.

Die Entwicklung des Waldzustandes auf den Flächen des Nationalparks Bayerischer Wald wird durch ein Stichprobenverfahren dokumentiert, das durch flächige "Waldbegänge" ergänzt wird. Ausgewählte Bereiche von besonderem Interesse (z. B. Sturmwurfflächen) werden zudem über Dauerbeobachtungsflächen bonitiert.

Das Stichprobenverfahren basiert auf einem systematischen Rasternetz mit einer Kantenlänge von 200 m * 200 m und dauerhaft vermarkten Stichprobenpunkten. An jedem Punkt wird eine Stichprobenfläche von 500 m² beobachtet. Die Bereiche zwischen den Probeflächen werden über Waldbegänge erhoben und die Ergebnisse mit denen der Stichprobenverfahren verbunden.

Die Dauerbeobachtungsflächen bestehen aus zehn aneinander gereihten, 10 m * 10 m großen Probequadraten. Diese 100 m langen und 10 m breiten Transsektstreifen bieten die Möglichkeit, die Entwicklung der Untersuchungsbereiche in Form von Bestandesaufrissen anschaulich zu dokumentieren.

2.2.2 Inventurkonzepte in den Nationalparks Harz und Hochharz

Anfang 2005 wurden die beiden Nationalparke Harz (Niedersachsen) und Hochharz (Sachsen-Anhalt) zum Nationalpark Harz zusammengeschlossen. Dieser Zusammenschluss umfasst eine Gesamtfläche von 24.700 ha. Aufgrund der bis Ende 2004 bestandenen Eigenständigkeit sind in beiden Teilen unterschiedliche Inventurkonzepte eingeführt worden. Diese werden zunächst auch weitergeführt.

2.2.2.1 Nationalpark Harz (Niedersachsen 1998a, 1998b, RAIMER 2004)

Der niedersächsische Teil des Nationalparks Harz umfasst eine Fläche von 15.800 ha und wurde 1994 als Nationalpark Harz gegründet. An der Grenze zu Sachsen-Anhalt schloss sich bis Ende 2004 der Nationalpark Hochharz an. In Niedersachsen reicht der Nationalpark vom Südrand des Mittelgebirges bei Herzberg über die Hochlagen bis zum Nordrand bei Bad Harzburg. Der Nationalpark besteht fast ausschließlich aus landeseigenen Flächen; ca. 95 % des Gebietes sind bewaldet.

Im niedersächsischen Teil des Nationalparks Harz werden derzeit drei Verfahren zur Dokumentation der Waldentwicklung durchgeführt.

Zunächst verfügt der niedersächsische Teil des Nationalparks Harz über ein Weisergatternetz. Die Basis bildet ein systematisches Rasternetz von 1 km Kantenlänge, an dessen Schnittpunkten Probekreise von 100 m² Größe (Radius 5,64 m) eingerichtet werden. Zur Ausschaltung des Wildeinflusses werden diese auf den Kreuzungspunkten des Gitternetzes gelegenen Punkte mit einem mindestens 1,6 m hohen Zaun mit einer Kantenlänge von 12 m umstellt. Zu diesen 146 Weisergatterflächen existieren 146 Gegenpunkte in einem Abstand von 25 m. An jedem dieser Punkte wird ebenfalls ein 100 m² Stichprobenpunkt eingerichtet und bleibt als Vergleichsfläche ungezäunt. Dieses Weisergatternetz wird alle zwei Jahre aufgenommen.

Daneben verwendet der niedersächsische Teil des Nationalparks Harz ein Verfahren zur Schnelleinschätzung von Vegetation und Wildeinfluss. Dabei wird die Strecke zwischen den

Weisergattern im Sinne eines Traktverfahrens abgelaufen und alle 10 m ein 10 m² Probekreis (Radius 1,78 m) aufgenommen. Dabei finden nur die nord-süd-orientierten Trakte Berücksichtigung.

Das Hauptinventurkonzept im niedersächsischen Teil des Nationalparks Harz besteht aus einem systematisch verteilten Netz von gezäunten Flächen und ungezäunte Vergleichsflächen.



*Dieses System wird durch ein Traktverfahren zur Schnelleinschätzung begleitet. Dazu werden 100 Probekreise zwischen den Weisergattern eingerichtet, rechnerisch ergeben sich 100 Punkte pro 100 ha. Würden diese 100 Punkte alternativ dazu systematisch über eine Fläche von 100 ha verteilt (z. B. über ein Rasternetz von 100 m * 100 m), wären repräsentative Aussagen zu erwarten. Über die Schätzung der statistischen Kennwerte werden keine Aussagen gemacht.*

2.2.2.2 Nationalpark Hochharz (KARSTE u. SCHUBERT 1997, KARSTE et al. 2000, 2001, Nationalpark Hochharz 2003)

Der Nationalpark Hochharz wurde 1990 mit einer Fläche von 5.780 ha begründet und umfasst heute 8.900 ha. Sein Kernbereich ist das Granitmassiv des Brockens. An der Grenze zu Niedersachsen geht er in den niedersächsischen Teil des Nationalparks Harz über, mit dem er seit Anfang 2005 den Nationalpark Harz bildet.

Im ehemaligen Nationalpark Hochharz existieren zahlreiche Inventurkonzepte nebeneinander. Die Verjüngungs- und Verbissinventuren erfolgen über ein systematisches Rasternetz von 200 m * 200 m, an dessen Knotenpunkten 10-m²-Probekreise eingerichtet werden. Die Verjüngung wird in Höhenklassen bis 2 m Höhe erfasst.

Weiter erfolgen periodisch (alle drei Jahre) Befliegungen der Nationalparkflächen. Über Color-Infrarot-Luftbilder (CIR) im Maßstab 1:12.500 wird die Waldentwicklung dokumentiert. Insbesondere die Erfassung der Totholzanteile und deren Entwicklung werden mit diesem Verfahren analysiert.

Daneben existiert ein Netz von Dauerversuchs- bzw. -beobachtungsflächen für unterschiedliche Fragestellungen. Neben einem Verbiss-Kontrollzaunverfahren mit Vergleichsflächen (100 m²) betreibt der Nationalpark Daueruntersuchungsflächen zur Zustandserfassung bestimmter Waldgesellschaften, Sukzessionsbereiche, Vegetationsentwicklungen nach Flächensanierung zuvor militärisch genutzter Bereiche (Brockenkuppe) und Renaturierungsvorhaben subalpiner Mattenvegetationen.

Darüber hinaus hat der Nationalpark in ausgewählten Waldgesellschaften ein Netz von Bodenfallen zur Dokumentation des Besatzes und der Entwicklung der wirbellosen Bodenfauna eingerichtet.



Das Verjüngungsverfahren über systematisch verteilte Probekreise scheint geeignet, die Verjüngungs- und Verbissituation effektiv zu beobachten. Dieses wird ergänzt durch ein Kontrollzaunverfahren, das weiterführende Informationen zu Verjüngung, Bodenvegetation und Sukzession liefert. Über die Schätzung der statistischen Kennwerte werden keine Aussagen gemacht.

2.2.3 Nationalpark Sächsische Schweiz (Sachsen 1998)

Der Nationalpark Sächsische Schweiz wurde 1990 gegründet und umfasst eine Fläche von rd. 9.300 ha. Er ist in einen "Vorderen" und einen "Hinteren" Teil geteilt und erstreckt sich über zwei Ausschnitte des ostelbischen Teils des Elbsandsteingebirges sowie Ausläufer des Westlausitzer Berg- und Hügellandes.

Der Nationalpark Sächsische Schweiz hat 1995 ein permanentes Stichprobennetz auf Basis systematisch verteilter Probekreise (141,42 m * 141,42 m) zur Erhebung der Waldstrukturen und ihrer Veränderungen eingerichtet. Dieses Stichprobennetz umfasst 4.394 Probepunkte. An den Stichprobenpunkten werden die zu erhebenden Parameter in Anlehnung an andere Kontrollstichprobenverfahren (KURTH 1965, SCHMID 1969, Niedersachsen 1987) auf konzentrischen Probekreisen erhoben.

So werden die Bodenvegetation und die Verjüngung auf einem Kreis von 3 m Radius aufgenommen. Die Bäume werden in Abhängigkeit der Brusthöhe auf Kreisen von 4 m, 6 m bzw. 12 m bonitiert. Neben Baumartenverteilungen, Strukturmerkmalen werden zudem weitere Merkmale wie der Totholzanteil und Schädigungen erfasst. Es werden die Zusammensetzung und die Veränderung der Verjüngung dokumentiert und der Verbiss nach qualitativen und quantitativen Kriterien erfasst und dargestellt.

Zudem wird die Schälschadenbelastung als Kriterium der Lebensraumnutzung des Schalenwildes bonitiert.

Die Ergebnisse finden Eingang in eine Zustandsbeschreibung der natürlichen Waldgesellschaften des Nationalparks Sächsische Schweiz.



Die Konzeption des Stichprobenverfahrens mit systematisch verteilten Probepunkten in dem angegebenen Umfang erscheint für die Fragestellung ein geeignetes Verfahren, das zudem die Schätzung von mathematisch-statistisch gesicherten Kenngrößen ermöglichen sollte. Darüber werden jedoch keine Angaben gemacht.

2.2.4 Nationalpark Hainich

Der Nationalpark Hainich hat das Inventurkonzept des Nationalparks Sächsische Schweiz übernommen (mündliche Mitteilung 2003).

2.2.5 Nationalpark Eifel (Forschungsstelle f. Jagdkunde u. Wildschadensverhütung, 2006)

Der Nationalpark Eifel wurde 2004 gegründet. Den nördlichen Bereich bildet im Wesentlichen der Kermeter, ein rd. 3.150 ha umfassendes Waldnaturschutzgebiet. Zusammen mit dem südlichen Bereich des ehemaligen Truppenübungsplatzes "Camp Vogelsang" und weiteren Waldgebieten umfasst der Nationalpark heute rd. 10.700 ha.

Zur Dokumentation des Wildeinflusses auf die Vegetationsentwicklung ist ein nationalparkweites System von vegetationskundlichen Aufnahmeflächen eingerichtet worden. Die paarig angeordneten Weiserflächen (gegattert und ungegattert) sind jeweils 10 m * 10 m groß, die gegatterten Flächen werden von einer 12,5 m * 12,5 m Einzäunung umgeben. Der Abstand zwischen den Weiserflächenpaaren beträgt min. 20 m. Die Einrichtung der Weiserflächenpaare erfolgt deckungsgleich mit dem Stichprobennetz der Landeswaldinventur Nordrhein-Westfalen mit dem 1 km * 1 km-Raster. Dabei ist der Stichprobenmittelpunkt die Südwestecke der ungegatterten Weiserfläche.

Die Datenaufnahme erfolgt nach Anlage zunächst in einem zweijährigen Turnus. Sie umfasst die Erhebung der Vegetation und erfasst Verbiss- und Schälsschäden.

2.2.6 Nationalpark Kellerwald-Edersee (mündl. Mitteilung 2007)

Der Nationalpark Kellerwald umfasst eine Fläche von rd. 6.000 ha und wurde im Jahr 2006 gegründet. Das etablierte Monitoring basiert auf einem System von gezäunten und ungezäunten Weisergatterpaaren mit einer Größe von 10 m * 10 m.

2.3 Wissenschaftliche Inventurkonzepte

2.3.1 Die Naturverjüngung der Wälder im Apuseni-Gebirge Rumäniens und ihre Beeinflussung durch die Waldweide (BRANTZEN 2002)

Im Rahmen einer durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Untersuchung zu den Perspektiven für eine traditionelle Kulturlandschaft in Osteuropa (RUŞDEA et al. 2004) entstand eine Untersuchung zur Naturverjüngung der Wälder im Apuseni-Gebirge Rumäniens und ihre Beeinflussung durch die Waldweide (BRANTZEN 2004).

Die Datenerhebung erfolgt auf Basis einer systematisch verteilten Stichprobe mit geschachtelten Probeflächen. Jeder Stichprobenpunkt besteht aus einer quadratischen Probefläche (10 m * 10 m). Die Verjüngung wird in Abhängigkeit gesetzter Höhenstufen auf unterschiedlich großen Teilflächen des Aufnahmequadrats erhoben. Die Erhebung der Verjüngung über 200 cm dagegen erfolgt auf dem gesamten Aufnahmequadrat. Zwei 2,5 m breite Aufnahmestreifen (50 % des Aufnahmequadrats) dienen der Erhebung der Verjüngung ab 100 cm. Innerhalb dieser Streifen wird auf jeweils einem Aufnahmequadrat von 2,5 m Kantenlänge (6,25 m²) zudem die Verjüngung unterhalb 40 cm erhoben. Auf einer weiteren Teilfläche von 25 m² wird die Verjüngung ab einer Größe von 40 cm erhoben.

An jedem Probepunkt werden Trittsuren und Verbißschäden an Fichte, Tanne, Buche und Bergahorn, den Baumarten mit wirtschaftlicher Bedeutung im Untersuchungsraum, erhoben.

Die Beurteilung der Verbißbelastung erfolgte in Anlehnung an das von SCHWAB (1999a) vorgestellte Verfahren (vgl. 2.3.7).

→ *Aufgrund der Konzeption der Stichprobe mit systematisch verteilten Aufnahmequadraten und mit darin ebenfalls systematisch positionierten Aufnahmeflächen für die Aufnahme der Verjüngung in Höhenstufendifferenzierung, sind mathematisch-statistisch gesicherte Ergebnisse zu erwarten. Das Verfahren eignet sich für ein dauerhaft angelegtes Monitoringsystem mit periodischen Folgeinventuren aufgrund der zu aufwändigen Aufnahmeflächeneinmessung innerhalb des Aufnahmequadrats weniger, zudem werden durch dieses Vorgehen sehr viele "Grenzbaumentscheidungen" notwendig.*

2.3.2 Monetäre Bewertung von Wildverbiss in Naturverjüngungen (BURGHARDT u. SUCHANT 2003)

Die o.a. Untersuchung entstand an der Forstlichen Versuchsanstalt Baden-Württemberg und versteht sich nicht als Praxisanleitung zur Verbissbewertung, sondern soll vielmehr Hintergrundinformationen über Bewertungsgrundsätze liefern. Hauptmerkmal dieses für die ausschließliche Betrachtung von Naturverjüngungen entwickelten Konzepts ist der Bezug auf die "unverbissenen" Pflanzen. Des Weiteren vermeidet die Studie, als Flächenbezugsgröße die Bestandesfläche zu verwenden. BURGHARDT und SUCHANT empfehlen hier eine ausschließlich probekreisbezogene Bewertung unter Verwendung eines systematischen Probekreissystems mit Probekreisgrößen von 10 m².

→ *Das systematische Rasternetz bietet die Möglichkeit, für die erhobenen Merkmale die statistischen Kennwerte zu schätzen. Über die Qualität der geschätzten Werte werden jedoch keine Angaben gemacht.*

Um der kleinflächigen Klumpung einerseits und dem Umstand von jährlich wechselndem Verbiss andererseits begegnen zu können, empfehlen BURGHARDT und SUCHANT den Verbiss auf die einzelnen Probekreise zu beziehen. Nur dadurch ließe sich der jährliche Wechsel des Verbisses angemessen erfassen. Dafür wird in Abhängigkeit der Höhenstufe ein Probekreis-Soll-Wert definiert. Dieser gibt in Abhängigkeit der Höhenklasse die notwendige Anzahl unverbissener Pflanzen an. Wird in einem Probekreis ein Soll-Wert erreicht, erhält dieser die Schadklasse "0". Aus allen Einzelschadklassen der Probekreise kann für die Bezugsfläche dann eine mittlere Schadklasse ermittelt werden. Unpräzise bleibt das Verfahren im Abschluss, wenn die vorher definierten SOLL-Werte dann auf eine Mindestanzahl reduziert werden. Eine Forderung von BURGHARDT und SUCHANT ist eine gleichmäßige Verteilung von unverbissenen Pflanzen über die Fläche.

→ *Die neueren waldbaulichen Konzepte präferieren eher gestufte, ungleichalthe Mischbestände durch ungleichmäßige Auflichtung des Kronendaches im Rahmen von Zielstärkennutzung. Dies führt zu einem Wechsel von stärker geklumpten und einzelstammweisen Verjüngungshorsten und ist dann zunächst ein Ergebnis waldbaulicher Behandlung und weniger dem Einfluss von Wild zuzuschreiben. Selbst bei einer völlig gleichmäßigen "pflanzartigen" Verjüngung ist eine Ungleichverteilung mit geklumpten Verjüngungspartien und Einzelstammverjüngung nur infolge von Wildeinfluss unwahrscheinlich. Die Ungleichverteilung ist Ergebnis der waldbaulichen Behandlung bzw. natürlichen Gegebenheiten, auf die das Wild mit Verbiss reagiert. Insofern kann dieser Punkt bei einer Bewertung des Verbisses eigentlich keine Rolle spielen, zumindest nicht eine so zentrale wie bei BURGHARDT und SUCHANT.*

BURGHARDT und SUCHANT bewerten nur die höchsten Pflanzen jeder Baumart und vergeben an diesem Ergebnis orientiert ein Schadklassenwert von I bis IV.

Dieses Vorgehen erscheint bei Baumarten, die keine oder eine geringe vertikale Strukturierung ihrer Bestände aufweisen, möglich. Bei allen Schattbaumarten mit vertikaler Strukturierung erscheint es ungeeignet.



Darüber hinaus gehen BURGHARDT und SUCHANT nicht auf den Verfahrensgang in Mischbeständen ein. Mischbestandsverjüngungen weisen häufig bereits eine vertikale Struktur auf, so dass dann in einem Probekreis, dem Ansatz von BURGHARDT und SUCHANT folgend, verschiedene Höhenklassen "höchste" Bäume vorkommen müssten.

Für die monetäre Bewertung der Schäden geben BURGHARDT und SUCHANT schließlich pauschale, stark aggregierte Schadenswerte pro Hektar an.

2.3.3 Wildschadensbewertung im Wald (MOOG u. SCHALLER 2002).

Einen ähnlichen Ansatz verfolgt auch die Untersuchung von MOOG und SCHALLER (2002). Auch im Rahmen dieser Untersuchung steht die Bewertung von Verbisschäden im Vordergrund. MOOG und SCHALLER empfehlen für Naturverjüngungen ebenfalls eine Rasterstichprobe, machen aber keine abschließenden Aussagen zur Probekreisform und Probekreisgröße. Es erfolgt lediglich der Hinweis, dass die Abstände der verbissenen bzw. unverbissenen Pflanzen zueinander innerhalb der Probeflächen aufgenommen werden sollen, um Aussagen zur Dichte zu ermöglichen. Für künstliche Verjüngungen wird alternativ die Möglichkeit der systematischen Aufnahme von Pflanzreihen gesehen.



MOOG und SCHALLER machen keine näheren Angaben zu Inventurverfahren und statistischen Kennwerten.

2.3.4 Erfassung von Wildverbiss in Naturverjüngungen (ROEDER et al. 2001)

Im Zuge der Einführung von waldbaulichen Gutachten in Rheinland-Pfalz bestand die Notwendigkeit, geeignete Inventurverfahren zur Datenerfassung zur Verfügung zu stellen. Mit Einführung des naturnahen Waldbaus und der dadurch gewachsenen Bedeutung der Naturverjüngung war es erforderlich, die bisherigen Inventurkonzepte auf diese veränderten Gegebenheiten anzupassen und weiterzuentwickeln.

Die Datenerfassung erfolgte im Rahmen der waldbaulichen Gutachten bisher auf dem systematischen Rasternetz von 500 m * 500 m. Der dem Rasterpunkt nächstgelegene Verjüngungsbestand ist die Inventurfläche. Auf einer Taxationslinie entlang der größten Flächenausdehnung wurden fünf Aufnahmepunkte eingerichtet und die zehn nächstgelegenen Pflanzen angesprochen (vgl. 2.1.6).

Mit dem zunehmenden Aufkommen von Naturverjüngungsflächen nahm die Anzahl der Pflanzen in den Verjüngungsflächen deutlich zu. Darüber hinaus werden diese, so ROEDER et al., künftig kleinflächiger und inhomogener verteilt sein. Diesem Umstand sollte mit dem weiterentwickelten Verfahren Rechnung getragen werden.

Für die Entwicklung des empfohlenen Konzepts wurden unterschiedliche Verfahren im Sinne eines Variantenstudiums untersucht. Dabei standen die Praktikabilität, der notwendige Zeitbedarf und der verfahrensbedingte Umfang aufgenommener Pflanzen im Vordergrund. Es werden die unterschiedlichen Zeitbedarfe graphisch dargestellt.

Die günstigsten Zeitbedarfe erreichen dabei die probekreisgestützten Verfahren. Da diese jedoch ab Radien von mehr als 1 m für eine Aufnahme durch Einzelpersonen als unpraktikabel

angesehen wurden, wurde dieser Ansatz von ROEDER et al. nicht weiterverfolgt. Aus Gründen der einfacheren Abgrenzungsmöglichkeit fiel die Wahl auf quadratische Probeflächen von 2 m * 2 m Kantenlänge. Dieses Konzept wurde in den Varianten "Aufnahme nur eines Probebaums" und "Aufnahme von fünf Probebäumen" pro Aufnahmeveld getestet. Dabei wurde die Aufnahme nur eines Probebaums als nicht "aussagekräftig beurteilt", die Aufnahme von fünf Probebäumen als zu aufwendig angesehen. Es wurde daher abschließend empfohlen, zwei Probebäume pro Aufnahmeveld anzusprechen.

Zukünftig werden in Rheinland-Pfalz zur Datenerfassung im Rahmen der waldbaulichen Gutachten auf veränderten Aufnahmeflächen nur noch die jeweils zwei höchsten Pflanzen (Oberhöhenpflanzen) der vorkommenden Baumarten aufgenommen. Entlang der Taxationslinie werden nun nur noch vier Aufnahmepunkte definiert. An jedem Aufnahmepunkt werden vier zusammenhängende 4 m² große Aufnahmefelder angelegt (Kantenlänge 2 m * 2 m). Werden in jedem Feld die beiden größten Pflanzen einer Baumart angesprochen, ergeben sich insgesamt 32 Pflanzen pro Taxationslinie und Baumart. Die Abgrenzung der einzelnen Aufnahmeflächen erfolgt durch 2 m lange Fluchtstäbe. Berücksichtigt werden alle Pflanzen über 20 cm Größe, um Verwechslungen mit anderem als Schalenwildverbiss auszuschließen.

Im Rahmen der Untersuchung werden verschiedener Varianten hinsichtlich des notwendigen Zeitbedarfs getestet. Die Wahl auf das präferierte Verfahren fällt dann jedoch aufgrund subjektiver Eindrücke während der Aufnahme. Eine Optimierung des Verfahrens mittels des statistischen Kennwerts Varianz unterbleibt. Somit kann auch über die statistischen Fehlerrahmen des abschließend empfohlenen Verfahrens ebenfalls keine Aussage gemacht werden. Darüber hinaus erscheint die Aufnahmeflächenabgrenzung durch Fluchtstäbe einfacher in der Durchführung, leidet aber an einem ungünstigen Flächen-Umfanglinien-Verhältnis, das eine deutliche höhere Grenzbaumzahl im Gegensatz zu kreisförmigen Aufnahmeflächen bedeutet. Dieses kommt bei dem präferierten Verfahren aufgrund der Aufnahme von nur zwei Probebäumen allerdings nicht gravierend zum Tragen.

Die Aufnahme von nur zwei Oberhöhenstämmen im Rahmen der Inventur ist jedoch als problematisch zu beurteilen, da so keine Aussagen zu Mischungsprozenten und erfolgter Entmischung infolge des Verbisses möglich sind.

2.3.5 Der Einfluss des Rehwildes auf die Naturverjüngung von Mischwäldern (ROTH 1995)

Das Land Baden-Württemberg beobachtet seit 1976 die Verbissbelastung in ausgewählten Forstbezirken über ein Netz von so genannten Versuchsanlagen (vgl. 2.1.1). Gegenstand der Untersuchung von ROTH ist die Auswertung und Bewertung der Daten dieses Versuchs. Neben der Analyse des Einflusses des Rehwildverbisses auf die Naturverjüngungsentwicklung versucht ROTH Beziehungen der Verbissintensität zu verschiedenen Begleitparametern zu analysieren. Dabei stehen neben Witterungsverhältnissen und Standortqualitäten auch die Einflüsse veränderter Streckenergebnisse im Mittelpunkt. Aus diesen Kennzahlen soll ein Beurteilungsverfahren zur Prüfung einer waldbaulichen Verbisschadens entwickelt und validiert werden.

Die Datenerhebung erfolgt über das systematische Vergleichsflächenverfahren. ROTH macht Angaben zu den statistischen Grundlagen und Schätzverfahren des Vergleichsflächenverfahrens und führt die Ergebnisse mit den entsprechenden Kennzahlen auf.

Nach ROTH hat der Rehwildverbiss nur in Ausnahmefällen einen Einfluss auf die Pflanzendichte in den Naturverjüngungen. ROTH kann keine signifikanten Unterschiede der Baumartenzusammensetzung der Naturverjüngung zwischen Zaunflächen und ungezäunten Flächen nachweisen. Auf einem Teil der Flächen war dieser Unterschied für Tanne und Buche erst in dem Mischungsprozent der Oberschicht (30 % der höchsten Bäume einer Art) zu erkennen.

Die Analyse des Verlaufs der Jagdstrecken mit der Entwicklung der Verbissintensität zeigte keinen nachweisbaren Zusammenhang auf. Ebenso ließ sich keine Korrelation zwischen Verbissintensität und Winterwitterung (Anzahl Schnee- und Eistage) bzw. Höhenlagen erkennen.

Abschließend erläutert ROTH ein Verfahren zur waldbaulichen Beurteilung der Verbissintensität über Soll-Ist-Vergleiche (vgl. 2.1.1).

2.3.6 Wildverbiss – Waldverjüngungskontrolle – Verfahrensvergleich (SCHWAB 1999b)

SCHWAB gibt einen vergleichenden Überblick der in den Bundesländern der Bundesrepublik Deutschland (vgl. auch 2.1.1 bis 2.1.11) und den Österreichischen Bundesforsten praktizierten Verfahren der Erhebung des Zustandes der Waldverjüngung sowie der Schädigungen durch Schalenwild.

SCHWAB kritisiert an einigen der vorgestellten Verfahren die ausschließliche Erfassung von Leittriebverbiss. Er sieht bei einem Seitentriebverbiss von 50 % das Wuchsverhalten des Aufwuchses beeinträchtigt, so dass auch dieser mit erfasst werden muss. Weiter spricht sich SCHWAB für einen einjährigen Aufnahmeturnus aus und nicht, wie in den meisten Verfahren der Bundesländer vorgesehen, einen dreijährigen Aufnahmerhythmus. SCHWAB kritisiert das häufig zu umständliche Vorgehen bei der Auswahl der Kontrollflächen und den Aufnahme-modalitäten, die zu großen Bezugseinheiten der Auswertung und die weitgehende Beschränkung auf Mittelwerte im Rahmen der Auswertung der Primärdaten. Hier vermisst er eine Bewertung der Ergebnisse im Rahmen von Soll-Ist-Vergleichen.

In der Diskussion der unterschiedlichen Verfahrensansätze präferiert SCHWAB schließlich das im Rahmen des Forschungs- und Versuchsprojekts "Alpine Umweltgestaltung" entwickelte Verfahren einer Verbisskontrolle im Traktverfahren über Soll-Ist-Vergleichsansätze (vgl. 2.3.7).

2.3.7 Verbisskontrolle im Traktverfahren (STAGL 1984, SCHWAB 1999a, 1999b)

Im Rahmen des Forschungs- und Versuchsprojekts "Alpine Umweltgestaltung" des Fördervereins für Umweltstudien (FUST) Tirol wurde 1986 ein Verbisskontrollverfahren entwickelt, das auf einem Traktverfahren basiert. Die Trakte bestehen aus 50 m * 2 m großen Aufnahme-flächen, die jährlich erhoben werden. Die Auswahl und Positionierung der Trakte sind vom örtlichen Revierleiter "festzulegen". Dabei sind für das Revier "typische" Verjüngungsflächen zu berücksichtigen.

Erhoben werden dabei alle Forstpflanzen zwischen 10 cm und 300 cm und auf Leit- und Seitentriebverbiss untersucht. Die Erhebung erfolgt getrennt für vier Höhenklassen. Der Schwerpunkt der Auswertung liegt in einem Soll-Ist-Vergleich, bei dem geprüft wird, ob die Zahl der unverbissenen Baumarten ausreicht, einen standortgemäßen Folge-Mischwald erwachsen zu lassen. Die dazu notwendige Soll-Pflanzenzahl pro Hektar je Baumartengruppe gehen auf die Empfehlungen der Tiroler Landesregierung zurück. Im Rahmen des Soll-Ist-Vergleichs werden zwei Verjüngungskennzahlen (VKZ) gebildet. Eine VKZ gibt die unverbissenen Forstpflanzen je Hektar an, die andere die Gesamtzahl der Bäume pro Hektar (VKZg). Die Diffe-

renz von VKZg und VKZ ist die Maßzahl für die Verbissintensität. Aus diesen Ergebnissen werden die zukünftigen forstlich-jagdlichen Lenkungsmaßnahmen abgeleitet.

Die Verwendung von Verjüngungskennzahlen scheint, insbesondere durch die jährlichen Folgeaufnahmen geeignet, die Veränderung der Verjüngung zu dokumentieren und zu bewerten.



Aufgrund der bewussten subjektiven Einflussnahme auf die Auswahl und die Positionierung der Aufnahmetrakte ist das Verfahren jedoch ungeeignet, Ergebnisse mit mathematisch-statistischen Aussageanspruch zu erhalten.

2.3.8 Stichprobenverfahren zur Erfassung und Beschreibung von Naturverjüngung (STAUPENDAHL 1997)

STAUPENDAHL empfiehlt zur Erfassung und Beschreibung von Naturverjüngung ein systematisches Stichprobenverfahren mit Probekreisgrößen von 10 m². Zielgrößen des Verfahrens sind Baumartenanteile, Dichteklassen-, Höhenstufen- und Verbissklassenanteile, die jedoch nicht stammzahl- sondern flächenbezogen erhoben werden.

Die Pflanzendichte wird über die im Probekreis vorgefundene, auf den Hektar bezogene, Pflanzenzahlen zwischen 10 cm und 400 cm ohne Baumartendifferenzierung erhoben und einer von vier Dichteklassen zugeordnet. Dabei kann die mit Erreichen einer Probebaumzahl von 50 Individuen die restliche Anzahl vorhandener Pflanzen geschätzt werden, da damit die höchste im Verfahren klassifizierte Dichteklasse (≥ 50.000 Pflanzen/ha) erreicht worden ist.

Die Baumart sowie Höhe und Verbissgrad werden nur an dem dem Stichprobenmittelpunkt zunächst gelegenen Probebaum (Nullbaum) erhoben. Die Höhe wird wiederum einer von vier Höhenklassen zugeordnet, der Verbiss nach der Art des Verbisses (kein Verbiss, Seitentriebverbiss, Leittriebverbiss, Gesamtverbiss) verschlüsselt. Eine Differenzierung in neuen Verbiss und Verbisschäden aus Vorjahren erfolgt nicht.

Staupendahl sieht in der Erhebung eines flächenbezogenen statt eines pflanzenzahlbezogenen Verbissprozents, also der Ermittlung eines relativen Anteils der Fläche mit verbissener Verjüngung einen entscheidenden Vorteil des Verfahrens, da sich dadurch der Schädigungsgrad des Verbisses unabhängig von der vorhandenen Pflanzenzahl objektiv einschätzen lässt.

Ein Vorteil des von STAUPENDAHL vorgestellten Verfahrens liegt in einem mutmaßlich schnelleren Arbeitsfortschritt infolge der, mit Ausnahme des Nullbaums, nur zahlenmäßigen Erhebung der vorhandenen Verjüngung. Für eine reine Einschätzung der Schädigung der Verjüngung durch Verbiss im Rahmen von Soll-Ist-Vergleichen erscheint dies zulässig. Da aber die Baumartenverteilung ausschließlich an einem Probebaum pro Stichprobenpunkt (Ein-Baum-Stichprobe) erhoben wird, ist im Vergleich zu einem "konventionellen" Probekreisverfahren (Klumpenstichprobe) bei gleicher Stichprobenanzahl eine deutlich höhere Streuung der Werte zu erwarten. Dieses wird tendenziell auch in der vorliegenden Untersuchung im Rahmen des Vergleichs der statistischen Kennwerte der Daten der Probekreiserhebung zu denen des Transsektes derselben Probekreise deutlich (vgl. Kap. 5.1 ff). Dieser Umstand muss sich weiter verstärken, wenn die erhobenen Baumarten höhenklassenspezifisch betrachtet werden sollen, da dann der für diesen Auswertungsschritt berücksichtigungsfähige Stichprobenumfang weiter ab-



sinkt. Dieses ließe sich nur mit einer deutlichen Erweiterung des Stichprobenumfangs kompensieren.

Insofern erscheint das Verfahren für eine spezifischere Beurteilung von Verjüngungsbeständen im Rahmen von Monitorringkonzepten in Nationalparks oder zur Überwachung der Auswirkungen von waldbaulichen oder jagdbetrieblichen Maßnahmen im Rahmen von Zeitreihen insbesondere in Mischbeständen ungeeignet.

2.3.9 Verjüngungskontrolle – Methoden – Stichproben in Indikatorflächen (RÜEGG 2008)

In der Schweiz kommt ein Verfahren zur Verjüngungskontrolle zur Anwendung. Dazu werden in verbissensiblen Bereichen sogenannte Indikatorflächen eingerichtet, um die Entwicklung des Verbisses und der Verjüngung beobachten zu können. Als Indikatorflächen dienen Flächen ab 30 ha Größe, auf denen 30 bis 50 systematisch verteilte Stichproben in einem Abstand von 100 m eingerichtet werden. Jede Stichprobe besteht aus einer Kreisfläche mit einem von der Pflanzendichte abhängigen Radius zwischen 2 m und 5 m. Hier werden die vorkommenden Baumarten nach Art, Größenklasse und Leittriebverbiss im zurückliegenden Jahr erfasst. Die Datenaufnahme erfolgt im Frühjahr nach der Schneeschmelze.

Das Verfahren sieht vor, ab der 30. Pflanze auf dem Probekreis die Datenerhebung einzustellen und die Pflanzenzahl auf den Gesamtkreis hochzurechnen.

Das systematische Rasternetz bietet die Möglichkeit, für die erhobenen Merkmale die statistischen Kennwerte zu schätzen. Über die Qualität der geschätzten Werte werden jedoch keine Angaben gemacht.



Insbesondere die Begrenzung der zu erfassenden Bäume auf 30 Individuen erscheint problematisch, da über dieses Vorgehen keine Informationen über die tatsächliche Baumartenverteilung innerhalb der Verjüngung erzielt werden kann bzw. diese verzerrt sein kann (vgl. hierzu 2.1.6).

2.3.10 Inventuren auf Basis kombinierter Stichproben zur Erhebung der Verbissbelastung

Im Vorlauf zu der vorliegenden Untersuchung wurden in den Jahren 2000 und 2001 erste Probeinventuren unter Verwendung eines kombinierten Probekreisverfahrens zur Erhebung der Verbissbelastung in Anlehnung an das optimierte Schältschadeninventurkonzept (TRISL 1998a) durchgeführt. Diese ersten Testläufe waren in drei verschiedenen Gutachten eingebunden (TRISL u. KLEINE 2001, TRISL u. RÜHE 2001, TRISL 2001a).

2.3.10.1 Habitatgutachten für den Kermeter im Forstamt Schleiden (TRISL u. KLEINE 2001)

Im Rahmen des Habitatgutachtens für den Kermeter (seit 2004 Teil des Nationalparks Eifel, vgl. 2.2.5) wurde das Schältschadeninventurkonzept der segmentierten Klumpenstichprobe (TRISL 1998a) erstmals für die Erhebung der Verbissbelastung angepasst. Dazu wurde, in Abänderung zum Stichprobenentwurf der Schältschadeninventur, der Abstand zwischen den drei Segmenten auf 10 m verringert (Schältschadeninventur: 20 m) und anstelle der Sechs-Baum-Segmente Probeflächen mit fester Größe (Radius 1,78 m = 10 m²) entlang einer ideellen, nord-süd-orientierten Geraden angelegt. Die Ergebnisse der Verbissinventur gingen zusam-

men mit denen der Schälsschadeninventur in Empfehlungen zur zukünftigen Bewirtschaftung des Rotwildes im Kermeter ein.

Aufgrund der Erfahrungen dieses Gutachtens wurde ein spezieller Aufnahmemessstock zur terrestrischen Probekreisprojektierung und als Hilfsmittel zur Datenerhebung am Probekreis in Zusammenarbeit mit dem Institut für Waldinventur und Waldwachstum der Universität Göttingen entwickelt (vgl. 3.2.3.2).

2.3.10.2 Forstliches Gutachten zur Verbissituation in der Harbker Wald GbR (TRISL u. RÜHE 2001)

Im Rahmen der Erarbeitung eines Bewirtschaftungskonzepts für den Damwildbestand auf den Flächen der Harbker Wald GbR kam der Aufnahmemessstock erstmalig zur Anwendung. Darüber hinaus wurde das Stichprobenverfahren modifiziert. Der Abstand der kombinierten Aufnahmeflächen wurde nun auf 20 m erweitert und entspricht damit dem Abstand der Sechsbaum-Stichprobensegmente des Schälsschadeninventurkonzepts. Die einzelnen Probeflächen wurden auf 25 m² (Radius 2,52 m) vergrößert.

Die Ergebnisse der Verbissinventur fanden Eingang in Empfehlungen für die zukünftige waldbauliche und wildbiologische Bewirtschaftung des Forstbetriebs. Die erhobenen Verbisschäden wurden monetär bewertet.

2.3.10.3 Verbissgutachten für die Revierförsterei Sattenhausen (TRISL 2001b)

Aufbauend auf den Erfahrungen der Inventur in der Harbker Wald GbR (TRISL u. RÜHE 2001) kam im Rahmen der Verbissinventur in der Revierförsterei Sattenhausen des Niedersächsischen Forstamts Reinhausen erstmals ein Verfahren auf Grundlage von segmentierten Probeflächen zur Anwendung. Die Datenaufnahme erfolgte getrennt für einen Innenkreis und zwei Ringscheiben unter Protokollierung der jeweiligen Aufnahmezeiten. Die Ergebnisse dieser Untersuchung deuteten darauf hin, dass sich über die Aufnahme einer der beiden Ringscheiben günstigere Zeitbedarfe realisieren ließen, als es bei der Aufnahme des Innenkreises möglich war. Eine varianzanalytische Optimierung konnte jedoch aufgrund des geringen Stichprobenumfangs nicht vorgenommen werden.

Die Ergebnisse der Inventur wurden abschließend hinsichtlich der Baumartenzusammensetzung und -verteilung sowie des Schädigungsgrades mit den Pflanzzahlempfehlungen der Niedersächsischen Landesforstverwaltung im Sinn eines Soll-Ist-Vergleichs analysiert und bewertet.

2.4 Zusammenfassende Bewertung

In den Landesforstverwaltungen bzw. Landesforsten, die über eigene Inventurkonzepte zur Erhebung des Verbisses verfügen, basieren diese überwiegend auf einem Linientaxationsverfahren, das jeweils länderspezifische Anpassungen erfahren hat. Dabei handelt es sich dann mathematisch-statistisch um Klumpenstichproben ungleicher Größe; die einzelne Aufnahmelinie stellt jeweils einen Stichprobenpunkt dar. Deutlich voneinander abweichend sind die empfohlenen Inventuraufnahmezeitpunkte. Problematisch erscheint in den Anweisungen einiger Länder die Möglichkeit einer subjektiven Auswahl der in die Inventur einzubeziehenden Verjüngungsbereiche sowie der Positionierung der jeweiligen Aufnahmeflächen. Nähere Angaben zu der Datenauswertung, insbesondere zur Bestimmung der statistischen Kenngrößen, werden nicht gegeben.

In den Nationalparks hingegen wird überwiegend mit systematischen Probekreisverfahren gearbeitet. Ohne jedes Verfahren genauer analysiert zu haben, erscheinen aufgrund der größeren Anzahl Probepunkte pro Flächeneinheit diese Verfahren aus mathematisch-statistischer Sicht geeigneter, Ergebnisse mit vertretbaren Fehlerrahmen zu erhalten, als dies bei den Linientaxationsverfahren aufgrund der Stichprobenanzahl und -verteilung sowie der Anzahl der Stichprobenelemente jedes Probepunktes zu erwarten ist.

In einigen Nationalparks (Nationalpark Hochharz 2003, Niedersachsen 1998a, Forschungsstelle f. Jagdkunde u. Wildschadensverhütung, 2006) und Landesforstverwaltungen bzw. Landesforsten (Baden-Württemberg [Suchant u. Roth 1994], Niedersachsen [Schwab 1999b] und Saarland [1995] und Sachsen [2004]) werden die Probekreisverfahren durch Vergleichsflächenverfahren (Weisergatternetze) ergänzt. Wichtig erscheint hier, dass diese immer nur eine Ergänzung zu den Probekreisverfahren darstellen sollten, denn als alleiniges Inventurkonzept erscheinen Vergleichsflächenverfahren problematisch, da damit nur die potentielle Entwicklung der Verjüngung und der Bodenvegetation unter gänzlichem Ausschluss von faunistischen Einflüssen wiedergegeben werden kann. Dies ist jedoch ein unnatürlicher Zustand, der insbesondere in Nationalparks nicht eintritt bzw. nicht gewünscht wäre. Gerade der faunistische Einfluss auf die Bodenvegetation und Verjüngung ermöglicht spezifischen Pflanzenarten häufig erst die Lebensmöglichkeiten, indem bestimmte Konkurrenten in ihrem Wuchsverhalten durch den Verbissdruck beeinflusst werden. Insofern sind die Ergebnisse aus dem Vergleich gezäunter zu ungezäunten Flächen ungeeignet, um den Einfluss des Wildes auf die Verjüngung bzw. Sukzessionsstadien zu erfassen und die Entwicklung beispielsweise durch Veränderung der Bejagungsmethoden und Bejagungsintensität zu beurteilen. Sie liefern somit nur theoretische Werte, die unter natürlichen Bedingungen nie eintreten würden. Aus diesem Grund erscheint eine ausschließliche Nutzung dieses Systems, wie in den Verfahren der Landesforstverwaltungen von Baden-Württemberg im Rahmen der forstlichen Gutachten praktiziert, problematisch.

Das Vergleichsflächenverfahren erscheint immer dann ungeeignet, wenn relativ schnell Ergebnisse über eine festgestellte Verbissbelastung benötigt werden (z. B. im Rahmen von Wildschadensanmeldungen gemäß den jagdrechtlichen Vorschriften). Ergebnisse lassen sich über das Vergleichsflächenverfahren erst nach einer bestimmten Standzeit des Gatternetzsystems erheben.

Zudem ist die Grundanlage zunächst sehr aufwendig. Vergleichsflächenverfahren finden deshalb heute überwiegend im Rahmen von Monitoringkonzepten in Nationalparks Anwendung. REIMOSER et al. (1997) sehen deshalb ein nicht unerhebliches Problem in der Objektivierung der Standortwahl der Vergleichsflächen, da die Errichtung und Erhaltung dieser im Vergleich zu systematisch verteilten Probeflächen nicht immer überall möglich und zweckmäßig ist. Zudem können die Ergebnisse immer auch nur auf diese Bereiche bzw. Altersklassen oder Verjüngungsstadien bezogen werden. REIMOSER et al. sehen daher für Fragen der

allgemeinen Zustandserfassung einer Waldverjüngung eines größeren Gebiets in einem Stichprobenverfahren ohne Kontrollzäune, das alle Verjüngungsstadien erfasst, eine zweckmäßige Variante.

Der Schwerpunkt der jüngeren wissenschaftlichen Untersuchungen zu Fragen des Wildverbisses konzentriert sich in erster Linie auf Konzepte zur Bewertung des Verbisses. Zu Fragen der Erhebung von Verbissprozenten bzw. Baumartenzusammensetzungen und -verteilungen geben diese Untersuchungen keine Hinweise. Lediglich die Untersuchung von ROEDER et al. (2001) und Staupendahl (1997) beschäftigten sich mit der Entwicklung praktikabler Erhebungsverfahren. Roeder et al. führt dazu Variantentests durch. Jedoch wird auch hier kein optimiertes Verfahren vorgestellt. Aussagen zu mathematisch-statistischen Grundlagen und Kennwerten werden nicht gegeben.

3 Methodik

Mit der Untersuchung zur Entwicklung eines optimalen Stichprobenverfahrens für die langfristige Beobachtung der Schälsschadenssituation (TRISL 1998a) ist ein Inventurkonzept vorgestellt worden, dass auf einer segmentierten N-Baum-Stichprobe basiert. Die Vorteile eines segmentierten Stichprobenaufbaus liegen u. a. in der Erfassung eines räumlich inhomogen verteilten Merkmals mit einer geringeren Varianz gegenüber einer Erfassung über einen nicht-segmentierten Stichprobenaufbau.

In zahlreichen zum Teil über viele Jahre durchgeführten Untersuchungen hat sich die Praxis-tauglichkeit des vorgeschlagenen Konzepts erwiesen (vgl. Schälsschadeninventuren TRISL, 1998 bis 2007). Dies war die Motivation, die Grundkonzeption dieses Verfahrens aufzugreifen und auf die Fragestellung der Verjüngungs- und Verbisschadenserhebung zu übertragen.

Während bei Schälsschadeninventuren das gesuchte Merkmal "Schälsschaden" häufig inhomogen verteilt bis geklumpt auftritt, ist im Fall von Verjüngungs- und Verbissinventuren nicht die Verteilung von Verbisschäden innerhalb der Verjüngungskomplexe die inhomogene Variable, sondern die Verteilung der Verjüngung (in den Altbeständen) selbst.

Im Rahmen einiger Untersuchungen konnten bereits erste Erfahrungen für die Verbißaufnahme mit dem modifizierten Stichprobenverfahren gewonnen werden (TRISL u. KLEINE 2001, TRISL u. RÜHE 2001, TRISL 2001b, 2004a), die Eingang in die vorliegende Untersuchung gefunden haben.

3.1 Statistische Grundlagen – Klumpenstichprobe – Permanente Stichproben

Die einfache Zufallsstichprobe bildet die Grundlage für alle Stichprobenverfahren. Sie entspricht den Anforderungen der Stichprobentheorie und ermöglicht in jedem Fall unverzerrte Schätzungen von Mittelwerten (KRAMER u. AKÇA 1995). In der forstlichen Praxis ist sie jedoch relativ schwierig zu realisieren. Bei Waldinventuren werden die Stichprobeneinheiten (N-Baum-Stichproben, Probekreise) daher zumeist systematisch ausgewählt. Dieses bietet im Rahmen der Stichprobenerhebung arbeitstechnische Vorteile und liefert bei gleichem Stichprobenumfang häufig auch einen geringeren Stichprobenfehler (SABOROWSKI 1992, 1997). Ihre Wirksamkeit ist wegen der gleichmäßigen Verteilung in der Regel größer, d.h. bei einem bestimmten Stichprobenumfang ermöglicht sie eine größere Präzision (KRAMER u. AKÇA 1995, AKÇA 2001). Ein Nachteil der systematischen Stichprobe liegt in dem Fehlen eines erwartungstreuen Schätzers für die Varianz zur Beurteilung der Genauigkeit einer Inventur, da die systematische Stichprobe streng mathematisch-statistisch als eine Klumpenstichprobe mit einem Stichprobenumfang von $n = 1$ gilt. In der Praxis wird daher mit Varianzschätzern gearbeitet, die bei einfacher Zufallsauswahl erwartungstreu sind und nur eine näherungsweise Schätzung der Varianz im Fall systematischer Stichproben ermöglichen. Dieses kann in den Fällen, in denen die systematische Stichprobe genauer als die Zufallsstichprobe ist, zu einer Überschätzung des wahren Stichprobenfehlers führen (SABOROWSKI 1990). SABOROWSKI (1992, 1997) und AKÇA (2001) weisen in diesem Zusammenhang auf den Paardifferenzschätzer hin, der sich als recht robust gegenüber unterschiedlich strukturierten Grundgesamtheiten erwiesen hat. Er weist häufig eine geringere Verzerrung auf, ist jedoch ebenfalls nicht generell erwartungstreu. Erwartungstreu ist der Schätzer nur, wenn die Merkmalsausprägung in der Grundgesamtheit zufällig verteilt ist und somit weder Tendenzen oder Klumpungen aufweist. Der Test auf Unabhängigkeit benachbarter Stichprobeneinheiten einer Inventur erfolgt durch die Überprüfung der Autokorrelation der Merkmale benachbarter Stichprobenpunkte. Dies kann jedoch erst nach der Erstinventur erfolgen (vgl. 3.1.2).

Über eine Stichprobe werden Merkmale (Variablen) von Populationseinheiten aus einer Grundgesamtheit beobachtet. Die Variablen lassen sich in "stetige" bzw. kontinuierliche Variablen und "diskrete" bzw. kategorieelle Variablen unterscheiden. Stetige Variablen lassen sich innerhalb eines bestimmten Intervalls durch eine theoretisch unendliche Anzahl von Werten charakterisieren; diskrete Variablen durch volle Werte bzw. Verhältnisse von vollen Werten. Der Anteil verbissener Bäume ist somit eine diskrete Variable. Mit steigender Anzahl der Werte einer diskreten Variablen wird es möglich, die Daten mit Verfahren für kontinuierliche Variablen zu verarbeiten (AKÇA 2001).

Zu unterscheiden ist weiter zwischen einer Stichprobeneinheit die gleichzeitig Beobachtungseinheit ist und einer solchen, bei der Klumpen von Beobachtungseinheiten ausgewählt werden. Der Klumpenstichprobe wird häufig gegenüber der einfachen Zufallsstichprobe aufgrund des hohen Anteils der zeit- und kostenaufwendigen Lokalisierung der einzelnen Bäume am Gesamtzeitaufwand der Vorzug gegeben. In Abhängigkeit von Konstanz bzw. von Variation in der Anzahl der beobachteten Individuen der Stichprobeneinheiten unterscheidet man Klumpenstichproben gleicher bzw. ungleicher Klumpengröße (AKÇA 2001).

Ein permanentes Stichprobennetz ist ein System von Erst- und Folgeinventuren. Über Erstinventuren werden Informationen über den aktuellen Zustand eines Naturraums im Sinn einer Momentaufnahme zur Verfügung gestellt. Dadurch lässt sich zunächst der Zustand dokumentieren. Darüber hinaus bieten diese Ergebnisse die Möglichkeit einer vergleichenden Bewertung in Verbindung mit Daten anderer Naturraumbonituren. Werden die Stichproben im Rahmen einer Erstinventur dauerhaft markiert, wird damit die Basis für ein permanentes Stichprobennetz gelegt.

Mit einer Folgeinventur besteht die Möglichkeit, Entwicklungen des beobachteten Naturraums wie z. B. Strukturveränderungen zu dokumentieren und zu bewerten. Mit weiteren Folgeinventuren lassen sich dann Zeitreihen aufbauen, die längerfristige Entwicklungen beobachtbar machen. Hier ist insbesondere die Überprüfung von veränderten Bewirtschaftungskonzepten oder Sukzessionsabfolgen ein wichtiger Gesichtspunkt.

3.1.1 Einstufige Klumpenstichprobe aus Zufallsauswahl

Bei einer Klumpenstichprobe wird der Anteil von Bäumen einer Merkmalsausprägung über Ratio- bzw. Verhältnisschätzer hergeleitet. Bei einzelnen Stichproben mit x_i Bäumen sollen y_i Bäume als verbissen beobachtet worden sein. Der Anteil der merkmalsstragenden Elemente der "i-ten" Stichprobe ist somit

$$p_i = \frac{y_i}{x_i}, \quad (1)$$

wobei y_i = Anzahl der Bäume mit dem Merkmal "Verbisschaden" der "i-ten" Stichprobe und

x_i = Anzahl der Probebäume der "i-ten" Stichprobe.

In der Stichprobe ist der mittlere Anteil der verbissenen Bäume für eine Befundeinheit

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{\sum_{i=1}^n x_i} \text{ bzw. } \bar{p} = \frac{\bar{y}}{\bar{x}} \quad (2)$$

wobei $\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$ die mittlere Anzahl verbissener Bäume und

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \text{ die mittlere Zahl der Bäume pro Stichprobeneinheit.}$$

Hier liegt eine typische Verhältnisschätzung vor bzw. handelt es sich um eine Schätzung des Verhältnisses von Mittelwerten (COCHRAN 1977). Die Verteilung ist in kleinen Stichproben meist schief und ähnelt oft einer Binomialverteilung. \bar{p} ist gewöhnlich ein leicht verzerrter Schätzwert von P. In großen Stichproben ist \bar{p} häufig annähernd normal verteilt und die Verzerrung ist unbedeutend. COCHRAN (1977) gibt als Faustformel für die Anwendbarkeit der Formel einen Stichprobenumfang größer 60 an. Die Varianz des Anteils kann dann bei einer Zufallsauswahl über

$$s_p^2 = \frac{1}{\bar{x}^2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{p} \cdot x_i)^2}{n-1} \text{ bzw.} \quad (3)$$

über die rechentechnische Vereinfachung

$$s_p^2 = \frac{1}{\bar{x}^2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n y_i^2 - 2\bar{p} \sum_{i=1}^n y_i x_i + \bar{p}^2 \sum_{i=1}^n x_i^2}{n-1}, \quad (4)$$

geschätzt werden.

Der Standardfehler lässt sich folglich über

$$s_{\bar{p}} = \sqrt{(1-f) \cdot \frac{1}{\bar{x}^2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n y_i^2 - 2\bar{p} \sum_{i=1}^n y_i x_i + \bar{p}^2 \sum_{i=1}^n x_i^2}{n(n-1)}} \quad (5)$$

schätzen,

wobei $(1-f) =$ Endlichkeitskorrektur mit $f = \frac{n}{N}$.

Bei großen Populationen, bei denen $n/N \leq 0,05$ ist, kann die Endlichkeitskorrektur vernachlässigt werden.

3.1.2 Korrelationsanalyse

Die Autokorrelation der Stichprobeneinheiten einer systematischen Auswahl kann erst nach der Erstinventur bzw. durch eine Vorinventur ermittelt werden, indem benachbarte Stichprobeneinheiten einer Inventur auf Unabhängigkeit überprüft werden. Die Korrelationsanalyse dient der Einschätzung der Unabhängigkeit benachbarter Stichprobenpunkte.

Weiter lässt sich die Abhängigkeit von den Ergebnissen einer jeden vorhergehenden zu der nachfolgenden Inventur zur Einschätzung des Vorteils einer permanenten Stichprobe errechnen. Beide Prüfungen verwenden als Maß der Straffheit des Zusammenhanges den Korrelationskoeffizienten (r).

3.1.2.1 Unabhängigkeit benachbarter Stichproben einer Inventur

Wie unter 3.1 ausgeführt, kann die Varianz bzw. der Fehler des geschätzten Mittelwertes (Standardfehler) auf der Grundlage einer systematischen Stichprobe nicht erwartungstreu geschätzt werden. Er lässt sich nur näherungsweise nach der Formel der einfachen Zufallsstichprobe (5) oder der Paardifferenzenformel (TRISL 1998a) schätzen. Formel (5) ist nur dann erwartungstreu, wenn die Merkmalsausprägungen in der Grundgesamtheit zufällig verteilt sind und somit weder Tendenzen noch Klumpungen aufweisen. Der Test auf Unabhängigkeit benachbarter Stichprobeneinheiten einer Inventur erfolgt durch die Überprüfung der Autokorrelation der Merkmale benachbarter Stichprobenpunkte.

Die Überprüfung bezieht sich dabei jeweils auf die Paarung der benachbarten Anteilswerte " z_i " und " z_j " (mit $z_i = y_i - \bar{p}x_i$ und $z_j = y_j - \bar{p}x_j$). Für eine Matrix der so angeordneten Wertepaare kann jeweils der Korrelationskoeffizient nach (6) geschätzt und auf seine Signifikanz gegen Null überprüft werden.

$$r_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{p}x_i)(y_j - \bar{p}x_j)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{p}x_i)^2 \sum_{j=1}^n (y_j - \bar{p}x_j)^2}} \quad (6)$$

3.1.2.2 Abhängigkeit der Ergebnisse einer Stichprobe aus aufeinander folgenden Inventuren

Der Einrichtung eines permanenten Stichprobennetzes ist dann der Vorzug zu geben, wenn zwischen den Ergebnissen aufeinander folgender Inventuren einer Stichprobe ein positiver Zusammenhang besteht. Sind die Ergebnisse unabhängig voneinander oder gar negativ korreliert, ist die Auswahl über temporäre Erhebungen zu präferieren (AKÇA 2001). Es muss geprüft werden, ob die Ergebnisse der Folgeinventuren in einem wirtschaftlich vertretbaren Verhältnis zu dem Aufwand ihrer Erhebung stehen. Dieses hängt stark von dem Grad der Korrelation zwischen den zu erwartenden Werten aufeinander folgender Inventuren ab. Bei einer hohen Korrelation sind permanente Proben günstiger, ist die Korrelation hingegen schwach oder negativ, erscheinen temporäre Stichproben wirtschaftlicher.

Die Überprüfung bezieht sich dabei auf die Paarung der Anteilswerte aufeinander folgender Inventuren durch Schätzung des Korrelationskoeffizienten und Überprüfung der Signifikanz gegen Null. Dazu erfolgt durch die Aufstellung einer Matrix die Paarung der Anteilswerte (z_{ix}, z_{iy}) der Inventuren aufeinander folgender Jahre.

Liegen Informationen über die Kosten von temporären und permanenten Stichproben vor, so können über das relative Kostenverhältnis "R_{KV}" Aussagen über die Art der Folgeinventur getroffen werden.

$$R_{KV} = \frac{2 \cdot c_t \cdot (S_x^2 + S_y^2)}{c_p \cdot (S_x^2 + S_y^2 - 2 \cdot r_{xy} \cdot S_x \cdot S_y)}, \quad (7)$$

wobei	R _{KV}	=	Relatives Kostenverhältnis,
	c _t	=	Summe der Kosten für Einmessung und Aufnahme einer temporären Probe,
	c _p	=	Summe der Kosten für Einmessung, Aufnahme, Wiederauffinden und Wiederaufnahme einer permanenten Probe,
	S _x ²	=	Varianz der Erstaufnahme,
	S _y ²	=	Varianz der Folgeaufnahme und
	r _{xy}	=	Korrelationskoeffizient zwischen den Werten aufeinanderfolgender Aufnahmen.

Wenn das relative Kostenverhältnis Werte > 1 annimmt, so sind permanente Proben günstiger, bei Werten < 1 erscheinen temporäre Proben geeigneter.

3.1.3 Fehlerfortpflanzung

In Fall von Folgeinventuren sind die einzelnen Schätzungen der erhobenen Merkmale (Verbissprozente, Baumartenverteilungen) in jedem Jahr jeweils mit einem Fehler (Standardfehler) behaftet. Ebenso sind die daraus resultierenden Veränderungen der geschätzten Merkmale mit einem Fehler versehen. Über die Korrelationsanalyse lassen sich die Abhängigkeitsverhältnisse der Stichproben aufeinander folgender Inventuren einschätzen (vgl. 3.1.2). Der mittlere Fehler der Veränderungen des Merkmals lässt sich nach (8) für abhängige bzw. nach (9) für unabhängige Schätzungen für den Ausdruck " $dp = \bar{p}_y - \bar{p}_x$ " herleiten.

$$S_{dp}^2 = S_{\bar{p}_x}^2 + S_{\bar{p}_y}^2 - 2 \cdot r_{xy} \cdot S_{\bar{p}_x} \cdot S_{\bar{p}_y}, \quad (8)$$

$$S_{dp}^2 = S_{\bar{p}_x}^2 + S_{\bar{p}_y}^2 \quad (9)$$

wobei	\bar{p}_x, \bar{p}_y	=	Anteile in aufeinander folgenden Jahren,
	$S_{\bar{p}_x}, S_{\bar{p}_y}, S_{dp}$	=	mittlere Fehler der Schätzungen.

3.2 Verfahrensbeschreibung

Die Untersuchung gliedert sich in eine Projektierungsphase und die eigentliche terrestrische Datenaufnahme. Diese wurde im Rahmen von zwei Diplomarbeiten an der Fakultät für Ressourcenmanagement der Fachhochschule Hildesheim/Holzminde/Göttingen durchgeführt.

3.2.1 Untersuchungsraum

Die Datenaufnahme für die vorliegende Untersuchung erfolgte in drei Forstgenossenschaften im Landkreis Göttingen, die durch das niedersächsische Forstamt Reinhausen (bis Ende 2004 Forstamt Bovenden) betreut wurden. Die Auswahl der Untersuchungsbetriebe erfolgte mit dem Ziel, Verjüngungsbereiche mit hoher sowie niedriger Verbissbelastung in die Untersuchung mit einzubeziehen, um die Streuung der zu erhebenden Merkmale ohne Tendenz zu schätzen und daraus praxistaugliche Empfehlungen zu Stichprobengröße, -anzahl und -verteilung ableiten zu können.

Die Wahl fiel zum einen auf die Realgemeindeforst Bovenden östlich der Ortschaft Bovenden, die mit einer Gesamtgröße von rd. 222 ha Holzbodenfläche in der Betreuung des niedersächsischen Forstamts Reinhausen steht. Davon konnten rd. 92 ha aufgrund der vorhandenen Verjüngungsflächen in die Inventur einbezogen werden. Der Forstbetrieb erstreckt sich über einen Höhenbereich von 200 m bis 390 m ü. NN und ist überwiegend mäßig, in Teilen steil geneigt. Das Ausgangssubstrat ist Muschelkalk mit Löß- und Fließerdeüberdeckungen unterschiedlicher Mächtigkeit. Es herrschen buchendominierte Bestände mit Edellaubholz Mischung vor.

Zum anderen wurde der Bereich der Forstgenossenschaften Holtensen und Lenglern in die Inventur einbezogen. Sie bilden ein zusammenhängendes geschlossenes Waldgebiet südwestlich der Ortslage Lenglern inmitten landwirtschaftlich genutzter Flächen. Die beiden Forstgenossenschaften umfassen zusammen rd. 191 ha Holzbodenfläche, wovon rd. 67 ha inventurrelevant waren. Das Waldgebiet erstreckt sich über einen Höhenbereich von 150 m und 280 m ü. NN und ist überwiegend schwach bis mäßig geneigt. Neben dem Muschelkalk bildet in Teilen der Forstgenossenschaft Holtensen Keuper die Ausgangssubstrate. Diese werden zum Teil durch mächtige Lößlehme überdeckt. Es herrschen Buchen- und Edellaubholzbestände vor. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Lage der Forstorte.

3.2.2 Vorarbeiten

In dem zur Inventur vorgesehenen Forstbetrieb muss zunächst der Bereich, der in die Inventur einbezogen werden soll, festgelegt werden. Dieses sind für die vorliegende Untersuchung die ungezäunten Bestände mit natürlicher oder künstlicher Verjüngung (Kulturen, Vor- und Nachanbauten, Naturverjüngungen), die sich in einem verbissgefährdeten Höhenrahmen befinden. Im Rahmen von Inventuren zur monetären Bewertung des Verbisses werden hingegen nur die Bestände berücksichtigt, in denen die Verjüngung eine wirtschaftliche Bedeutung hat (z. B. Endnutzungsbestände).

Der Höhenrahmen der Gefährdung ist abhängig von den vorhandenen Wildarten sowie der in den Wintermonaten zu erwartenden Schneehöhen und liegt in den Bereichen, in denen ausschließlich Rehwild vorkommt, bei ca. 1,2 m. Bei Vorkommen von Damwild müssen die Bestände bis zu einer Höhe von 1,40 m, in Rotwildgebieten bis zu 1,60 m berücksichtigt werden. Hase und Wildkaninchen verbeißen bis zu einer Höhe von 0,5 m – 0,7 m (PRIEN 1997). Diese Rahmen müssen entsprechend der mittleren Schneehöhen des Untersuchungsraums erhöht werden. Berücksichtigt wird die Verjüngung ab einer Höhe von 20 cm.

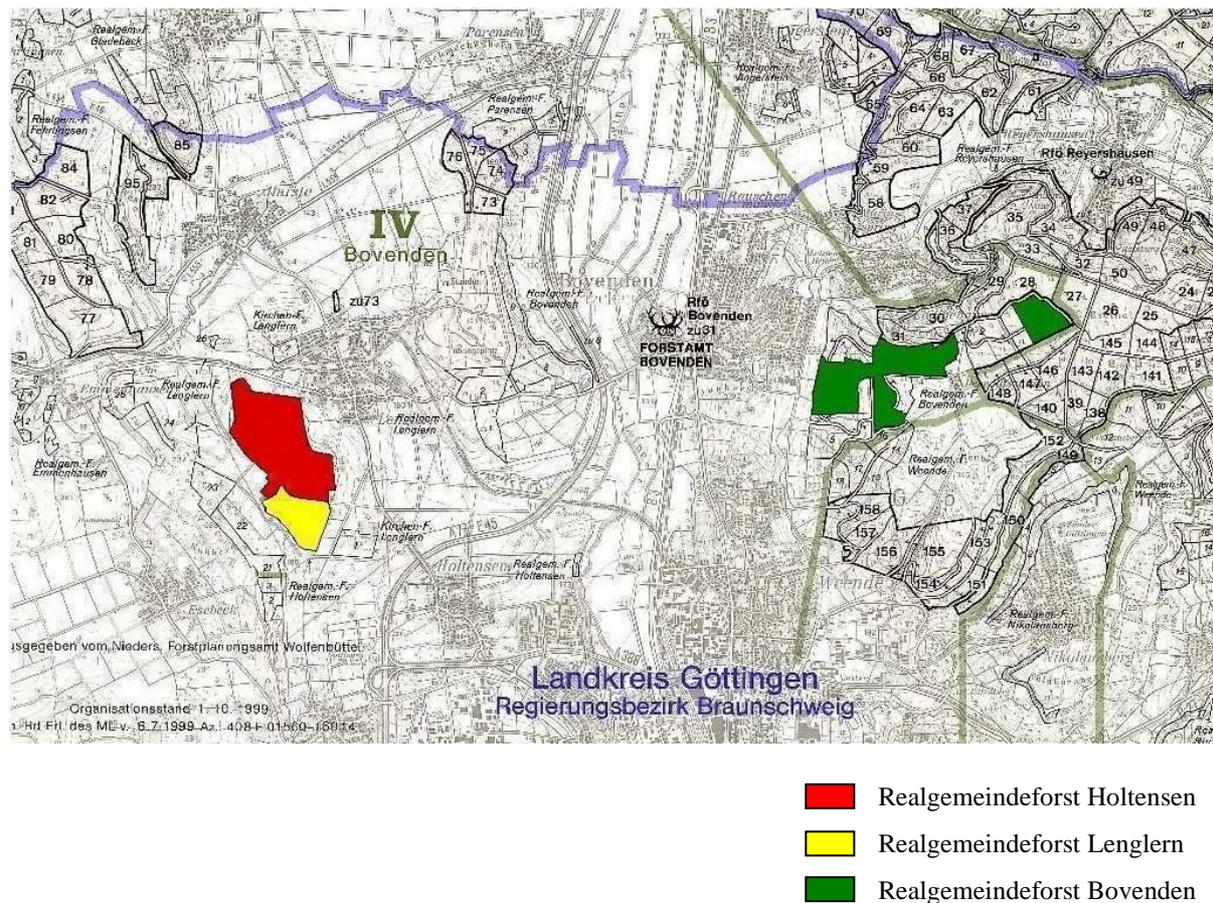


Abb. 1 Übersicht des Untersuchungsraums

Die Verjüngung geringerer Höhe ist zahlreichen anderen biotischen und abiotischen Einflüssen ausgesetzt. Diese Verjüngung mit aufzunehmen, würde die Ergebnisse u. U. stark von den jeweiligen kleinstandörtlichen Bedingungen abhängig machen und somit eine Zielsetzung der durchgeführten Inventur, neben der Erhebung der Verbissbelastung durch Schalenwild, auch die Verjüngungszusammensetzung zu erfassen, ggf. verfälschen. So soll insbesondere der Verbiss durch Maus und Hase, spezifischen Pathogenen sowie Einflüsse durch Forst, Trocknis und Vergrasung ausgeschlossen werden. ROTH (1995) weist zudem auf den Umstand hin, dass ein nicht bekannter Teil der Verjüngung durch den Verbissvorgang auch gänzlich herausgerupft werden kann und dadurch die Ergebnisse verfälscht werden können. Die Verjüngung ab 20 cm Höhe kann hingegen als gesichert angesehen werden (vgl. auch ROEDER et al 2001).

Unter Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen ergibt sich für einen Untersuchungsraum eine Flächensumme verbissgefährdeter Bestände (Grundgesamtheit).

3.2.2.1 Stichprobenumfang

Der Stichprobenumfang ist von der Anforderung an die Genauigkeit der Stichprobe und der Streuung der Einzelwerte (Varianz der Population) abhängig (vgl. 3.1). Der Stichprobenumfang (n) lässt sich i. a. aus der Varianz der Population und der Irrtumswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit des tolerierbaren Stichprobenfehlers berechnen.

Die Werte für die Varianz der Population müssen geschätzt, über eine orientierende Stichprobe im Voraus bestimmt oder vergleichbaren früheren Inventuren entnommen werden. Als tolerierbarer Stichprobenfehler für Verjüngungs- und Verbissinventuren sollen fünf Prozentpunkte angenommen werden. Der Vertrauensbereich für eine bestimmte Irrtumswahrscheinlichkeit (α) kann mit Hilfe des t-Wertes hergeleitet werden, wobei der Stichprobenumfang (n) für die Bestimmung der Freiheitsgrade ($FG = n-1$) in diesem Fall die Anzahl der Probepunkte ist. Der t-Wert liegt für die forstübliche Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % und bei einem Stichprobenumfang von über 30 bei rd. 2.

Aus den Erfahrungen vorangegangener Untersuchungen (KLEINE 2001, TRISL u. KLEINE 2001, TRISL u. RÜHE 2001, TRISL 2001b, 2004a) wurde für die Datenaufnahme der vorliegenden Untersuchung eine Stichprobenanzahl von 150 angestrebt.

Da insbesondere in Naturverjüngungsbeständen nicht davon ausgegangen werden kann, dass die Merkmalsträger (Verjüngung) flächendeckend vorhanden sind, ist es insbesondere im Rahmen von Verjüngungs- und Verbissinventuren notwendig, die planerische Stichprobenanzahl deutlich höher anzusetzen als die sich über die Herleitung ergebende Anzahl, da im Rahmen der terrestrischen Inventur zahlreiche Stichprobenpunkte ohne das gesuchte Merkmal zu erwarten sind.

3.2.2.2 Quadratgitternetz

Die systematische Verteilung der Stichproben erfolgt über ein regelmäßiges Quadratnetz, dessen Knotenpunkte die Stichprobenpositionen definieren. Dabei ist es erforderlich, dass der Anfangspunkt des Rasternetzes zufällig gewählt wird; alle anderen Probepunktpositionen sind dadurch definiert. Der Abstand (a) der Knotenpunkte zueinander lässt sich über (10) herleiten.

$$a = \sqrt{\frac{F}{n}} \text{ (m)}, \quad (10)$$

wobei F = Flächensumme der inventurrelevanten Bestände (m^2) und
 n = Stichprobenumfang.

Danach ergibt sich für die vorliegende Untersuchung in den drei Forstgenossenschaften gerundet eine Kantenlänge von $100 \text{ m} * 100 \text{ m}$.

3.2.2.3 Inventurkarten

Dieses Rasternetz wird auf die Inventurkarten übertragen. Jeder Knotenpunkt des Rasternetzes in einer inventurrelevanten Fläche stellt einen Probepunkt dar.

Für die Inventur werden Inventurkarten im Maßstab nicht größer als 1:10.000 benötigt. Über ein graphisches Informationssystem lassen sich die entsprechenden Bestände, basierend auf den Informationen aus der Datenbank der Forsteinrichtung auswählen und mit dem errechneten Rasternetz verschneiden.

In den Anhängen A.1 bis A.3 sind die Inventurkarten für die Forstorte Bovenden, Holtensen und Lenglern eingefügt.

3.2.2.4 Bestimmung der Einmessstrecken

Die vorbereitende Kartenarbeit endet mit der Auswahl und der Markierung der Einmessstrecken für die terrestrische Inventur. Für die Ersteinrichtung wird durch das Kartenstudium, ausgehend von einem in der Karte eindeutig definierten und im Gelände auffindbaren topographischen Punkt (z. B. Wegegabelung), der günstigste Anmarschweg zu dem Stichprobenpunkt ausgewählt. Dabei sollte die Projektierung so erfolgen, dass die Wegstreckenführung bis zu dem Einstiegspunkt in den Bestand möglichst entlang von Wegen, Rückewegen, Bestandesrändern und anderen eindeutigen und leicht begeharen Strecken führt, um später das Gehen im Rahmen der terrestrischen Inventur zu erleichtern und die Messgenauigkeit zu erhöhen. Von diesem Punkt ausgehend ist der Stichprobenpunkt dann aus Gründen der Praktikabilität möglichst nur in nördlicher, östlicher, südlicher oder westlicher Richtung anzugehen, nur in Ausnahmefällen in z. B. südöstlicher Richtung. Auf Richtungsangaben in Gon oder Grad kann so verzichtet werden und die Gefahr von Verwechslungs-, Ablese- und Übertragungsfehlern ist minimiert. Liegen mehrere Stichprobenpunkte in einem Bestand, so kann auch von einem eingerichteten Stichprobenpunkt der nächste Punkt direkt eingemessen werden. Die Wegstrecke entspricht dann der gewählten Rasterweite des Gitternetzes. Mittels eines Stechzirkels wird die Streckenlänge bestimmt und auf dem Kartenmaßstab abgetragen bzw. über ein graphisches Informationssystem generiert. Die so ermittelten Werte werden als Wegeprotokoll mit der Auswertungsdatenbank verschnitten (vgl. 3.2.3.4). Dieses Wegeprotokoll führt die beiden Streckenabschnitte (Einmessstrecke auf Wegen oder dgl. sowie Strecke im Bestand) getrennt mit den jeweiligen ergänzenden Zusatzangaben (Art der Wegstrecke, Himmelsrichtung usw.). Abbildung 2 verdeutlicht die Auswahl der Einmessstrecken.

Ausgehend von dem Fahrweg wird die Strecke Pkt. 1 - Pkt. 2 in der Karte gemessen. In dem Beispiel beträgt diese Strecke 4,5 mm, das entspricht bei einer Forstblankettkarte mit einem Maßstab von 1:10.000 einer Entfernung von 45 m im Gelände. In analoger Weise wird bei der Strecke Pkt. 2 - Pkt. 3 (Stichprobenpunkt) vorgegangen. Dabei wird immer ausgehend von der Wegemitte bzw. Schneisenmitte gemessen.

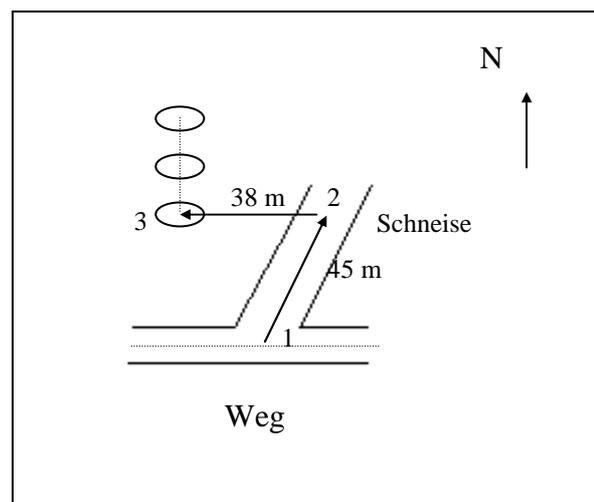


Abb. 2 Skizze einer Einmessstrecke.

Im Rahmen der Ersteinrichtung können sich geländebedingt günstigere Streckenführungen ergeben, so dass die anhand der Arbeitskarten ausgewählten Einmessstrecken bei der Ersteinventur im Einmessprotokoll dann korrigiert werden müssen.

3.2.2.5 Aufnahmebögen

Im Anhang A.4.1 ist beispielhaft ein Aufnahmebogen der vorliegenden Untersuchung angefügt.

Für jedes Segment wird ein gesondertes Aufnahmeblatt verwendet. Für jede der drei Größenklassen (vgl. 3.2.3.3) ist ein gesonderter Zeilenblock zur Datenaufnahme aufgeführt. Jeder Zeilenblock ist in die drei Aufnahmeflächen (Innenkreis, Ringscheibe 1 und 2) sowie den Nordtrakt geteilt (vgl. 3.2.3.1). Darüber hinaus existiert eine Zeile für andere Schadbilder als Verbisschäden durch Schalenwild. Jeder Zeilenblock verfügt pro Blatt über vier Spaltenblocks für die Aufnahme von max. vier verschiedenen Baumarten. Kommen mehr als vier

Baumarten pro Segment in der Verjüngung vor, muss ein weiterer Aufnahmebogen angefügt werden. Jeder Spaltenblock ist weiter in vier Spalten zur Aufnahme der vier Verbisskriterien unterteilt. Die benötigten Aufnahmezeiten werden in der letzten Spalte der Größenklasse 1 vermerkt.

3.2.3 Untersuchungsablauf

Wie oben ausgeführt, soll mit dieser Untersuchung das Design des für Schälsschadeninventuren entworfenen Stichprobenverfahrens auf die Inventur von Verjüngungsbeständen adaptiert werden. **Das Untersuchungsziel ist eine auf den Zeitbedarf optimierte Probeflächenform.**

3.2.3.1 Stichprobenaufbau

Der Aufbau der Stichprobenpunkte lehnt sich an dem Stichprobendesign eines Inventurkonzepts zur Erhebung von Schälsschäden an (TRISL 1998a). Varianzanalytische Untersuchungen im Rahmen der Entwicklung des Schälsschadeninventurkonzepts zeigten, dass eine segmentierte N-Baum-Stichprobe eine optimale Struktur für diese Fragestellung aufweist (AKÇA u. TRISL 1996, 1997). Durch die Segmentierung werden insbesondere geklumpnte Merkmale besser, d.h. mit einer geringeren (statistischen) Streuung erfasst.

Die drei Sechs-Baum-Segmente der Schälsschadeninventur werden zunächst durch kreisförmige, flächige Stichprobenformen ersetzt. Die drei Probekreise gruppieren sich entlang einer ideellen nordorientierten Geraden in einem Abstand von 20 m zueinander. Der Mittelpunkt des südlichen Probekreises ist der Stichprobenmittelpunkt.

Als maximale, in der Aufnahme noch praktikable Flächengröße pro Segment hat sich ein Kreis von 30 m² (Radius 3,09 m) erwiesen. Die "Vollaufnahme" eines 30-m²-Kreises kann bereits zu sehr hohen Pflanzenzahlen in der Stichprobe führen. Bei einem linearen Anstieg der Probebaumzahl pro Stichprobe ist jedoch nur eine unterproportionale Verringerung der Varianz und damit des Standardfehlers zu erwarten (vgl. Trisl 1998a) und ist deshalb vom Zeitaufwand unverhältnismäßig. Um ausgehend von diesem 30-m²-Kreis die optimale Probeflächenform herleiten zu können, wird der 30-m²-Kreis in einen Innenkreis und zwei Ringscheiben von jeweils 10 m² aufgeteilt. Der Innenkreis wird durch einen Radius von 1,78 m gebildet. Der Bereich von 1,78 m bis 2,52 m bildet die Ringscheibe 1, der Bereich von 2,52 m bis 3,09 m die Ringscheibe 2. Mit dieser Versuchsanordnung umfasst jeder Stichprobenpunkt 90 m² Probefläche in drei Segmenten mit jeweils drei Aufnahmebereichen.

Die Datenerfassung im Rahmen der terrestrischen Inventur erfolgt jeweils getrennt für diese drei Aufnahmebereiche. Abbildung 3 verdeutlicht den Stichprobenaufbau.

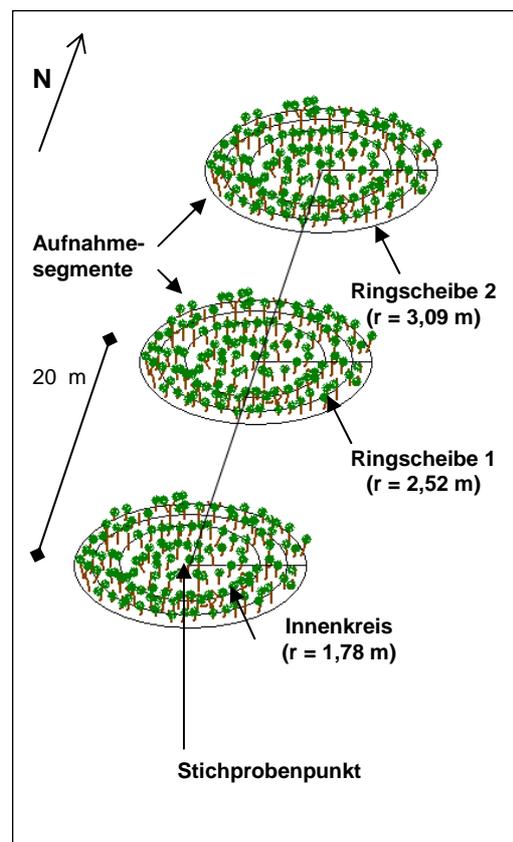


Abb. 3 Schematische Darstellung des segmentierten Stichprobenpunkts

3.2.3.2 Aufnahmeverfahren

Als Hilfsmittel zur räumlichen Abgrenzung der Probekreise und zur Ermittlung der Höhenstufen dient ein im Rahmen der vorliegenden Untersuchung entwickelter Messstock (vgl. Abb. 4). Am unteren Ende des 1,8 m langen Messstocks befindet sich eine geschmiedete Metallspitze mit einem Querdorn, mit dessen Hilfe der Messstock am Probekreismittelpunkt im Boden fixiert werden kann. Eine Libelle erleichtert das lotgerechte Ausrichten des Messstocks. Mittels einer mit Klemmschraubung fixierbaren Hülse kann die am Probekreis jeweils notwendige Bonitürhöhe eingestellt werden. Die Bonitürhöhe orientiert sich an der Höhe der vorgefundenen Verjüngung. Findet sich Verjüngung überwiegend unter 50 cm wird eine Bonitürhöhe von 50 cm eingestellt. Auf der fixierbaren Hülse ist eine weitere, frei drehbare Hülse aufgesetzt, an die zunächst ein Edelstahl drahtseil mittels Karabinerhaken eingehängt wurde. Auf diesem Drahtseil waren verschraubbare Kunststoffhülsen angebracht, mit denen verschiedene Radien (z. B. 1,78 m, 2,52 m, 3,09 m) markiert werden konnten.

Im Laufe der Untersuchung wurde dieses Drahtseil durch eine handelsübliche selbststeinrollende Hundeleine ersetzt, auf die die entsprechenden Markierungen der verschiedenen Radien aufgezeichnet wurden. Der Einsatz dieses "Maßbandes" beförderte den Arbeitsfortschritt erheblich, da das aufwendige Herumführen des Drahtseils um höhere Bestandeglieder durch die Verwendung des sich selbststeinrollenden Bandes erleichtert wurde.

Durch die lotrechte Ausrichtung des Messstockes und der radialen, waagerechten Führung der Aufnahmeleine werden Probekreise fester Größe definiert. Auf einen ggf. notwendigen rechnerischen Hangausgleich kann so verzichtet werden.

Auf dem Messstock befindet sich ein Suunto-Kompass in einer speziellen Halterung. Dieser dient zum einen während der Einmessarbeit zum Probepunkt der Peilung der Einmestrecke, zum anderen während der Aufnahme am Probepunkt der Peilung zum Einrichten der zwei nördlich orientierten Teilprobeflächen. Zudem kann der Kompass bei der Aufnahme der Probebäume als Hilfsmittel zur Bestimmung der Anfang- und Endpunkte der Kreisbögen genutzt werden.



Abb. 4 Aufnahme-Messstock

Während der Datenaufnahme am Probepunkt bewegt sich die aufnehmende Person entlang des durch die Aufnahmeleine "abgetasteten" Bereichs des Probekreises und spricht die Probebäume an. Dabei ist die Position des Wurzelhalses entscheidend für die Aufnahme in den Probekreis bzw. die Ringscheiben. Zwiesel und Stockausschläge werden nur einfach gezählt.

Als Hilfsmittel zur Höhenklassenabgrenzung dient insbesondere für Höhengrenzbäume in größerer Entfernung zum Aufnahmestock ein Zollstock.

Steht ein solcher Aufnahmestock nicht zur Verfügung, kann ersatzweise mit Hilfe eines Holzstabes (z. B. Besenstiel) und einer Schnur gearbeitet werden. Zur Fixierung der Schnur im Bereich der jeweiligen Aufnahmehöhen am Aufnahmestab können stärkere Gummibänder dienen, die um den Stab gezogen werden, um die Bonitürhöhe am Stab zu fixieren.

3.2.3.3 Terrestrische Datenerhebung

Die terrestrische Datenaufnahme für die vorliegende Untersuchung erfolgte im Frühjahr 2003. Die Einmessung wurde von zwei Personen entlang der im Rahmen des Kartenstudiums projektierten und im Einmessprotokoll aufgeführten Einmessstrecken aus Gründen der Praktikabilität im Schrittmaß durchgeführt. Dazu muss der Einmessende zuvor die Länge seines Schrittmaßes genau bestimmt haben. Diese Bestimmung sollte nicht nur auf einem ebenen Waldweg erfolgen, sondern auch in einem höchstens schwach geneigten Bestand mit durchschnittlichem Bodenbewuchs durchgeführt werden, um eine Situation unter "normalen" Bestandesverhältnissen zu simulieren. Dabei ist es empfehlenswert, dass sich die einmessende Person "gehend" fortbewegt und nicht zu versucht, "Meterschritte" zu setzen. Dieses lässt sich dauerhaft nicht durchhalten und führt so zu stärkeren Schwankungen der Wegstrecken pro Schritt. In geneigtem Gelände ist es erforderlich, zum Ausgleich der Hangneigung die Strecke in der Horizontalen, die in der Karte abgetragen wird, in die Strecke in geneigtem Gelände nach Formel (11) umzurechnen.

$$s' = s \cdot \frac{1}{\cos \alpha} \text{ (m)}, \quad (11)$$

wobei

s	=	Strecke in der Horizontalen,
s'	=	Strecke in geneigtem Gelände und
α	=	Hangneigung in Grad.

Der geeignete Zeitpunkt für Verbiss- und Verjüngungsinventuren ist das Frühjahr vor Laubaustrieb, da die Hauptverbissbelastung in den vegetationsarmen Wintermonaten erfolgt und diese für das Wachstum der Pflanze deutlich ungünstiger zu bewerten ist als ein Sommerverbiss an ausgetriebenen Pflanzen.

Die Verjüngung wurde nach Größenklassen getrennt erfasst und die Verbisschäden des zurückliegenden Jahres aufgenommen. Durch die variable Einstellmöglichkeit des Messstocks ist dieses problemlos möglich. Eine Aufnahme in Größenklassen bietet im Rahmen von Wiederholungsinventuren die Möglichkeit zu beurteilen, mit welchem Anteil Pflanzen der niedrigeren Größenklasse durch Einwachsen in eine höhere zum Erreichen des Verjüngungszieles beigetragen haben.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde die Verjüngung bis zu einer Höhe von 150 cm in folgenden Größenklassen angesprochen.

- 20 – 49,9 cm = Größe 1
- 50 – 99,9 cm = Größe 2 und
- 100 - 150 cm. = Größe 3.

Pflanzen unter 20 cm wurden nicht mit aufgenommen (vgl. 2.1. ff.; Verfahren von Rheinland-Pfalz, Saarland, Thüringen, ROEDER et al. 2001 sowie 3.2.2). Diese Verjüngung ist häufig noch nicht "gesichert", d.h. es handelt sich um das Keimlingsstadium. Keimlinge, die nach Mastjahren häufig sehr zahlreich auflaufen, können relativ schnell wieder vergehen. Im Fall einer Verjüngungsinventur zum Zweck der Bewertung des Einflusses des Wildes auf die Vegetation bzw. einer monetären Bewertung der Schäden kann daher die Aufnahme der unter 20 cm großen Verjüngung unterbleiben. Davon unbenommen kann es bei bestimmten Fragestel-

lungen angezeigt sein, auch die unter 20 cm hohe Verjüngung zu erheben. Dies ist z. B. denkbar bei der Beurteilung der Mortalitätsrate der Keimlinge im ersten Lebensjahr infolge biotische oder abiotischer Einflüsse sowie auch im Rahmen des Monitoring in Nationalparken.

Aufgrund des im Untersuchungsraum ausschließlich vorkommenden Rehwildes ist es unwahrscheinlich, dass Bäume über der Größenklasse 3 verbissen werden, d.h. es ist damit zu rechnen, dass die in dieser Klasse vorhandenen Baumarten als gesichert betrachtet werden können. Bei Verbissinventuren in Rotwildgebieten sowie in Gebieten mit dauerhaft hohen Schneedecken sollten auch Bäume über 1,50 m mit in die Inventur einbezogen werden.

In jeder Baum- und Größenklasse wurden die Bäume jeder Probefläche nach den Kriterien "unverbissen", "ausschließlich Seitentriebverbiss", "ausschließlich Leittriebverbiss" sowie "Leit- und Seitentriebverbiss" erfasst. Berücksichtigt wurden dabei Verbisschäden aus dem zurückliegenden Winter (Winterverbiss) sowie aus dem Vegetationsbeginn des Inventurjahres. Beim Verbissbild wurde zwischen Schalenwildverbiss oder Verbiss durch Hasen bzw. Wildkaninchen unterschieden (vgl. 3.2.4).

Die Datenaufnahme begann nach Einmessen des Stichprobenpunkts im Südsegment. Lag der Stichprobenpunkt (Mittelpunkt des Südsegments) auf Nichtholzboden, entfiel der Stichprobenpunkt.

Der Stichprobenpunkt wurde mit einem Holzpflöck markiert. Neben der Erhebung der auf dem Innenkreis sowie den beiden Ringscheiben befindlichen Pflanzen wurden innerhalb des Innenkreises zunächst die beiderseits eines durch die Aufnahmeleine gebildeten, nördlich orientierten Aufnahmetrakts gelegenen Pflanzen erhoben und die dafür benötigte Zeit vermerkt. Die Zeitmessung erfolgte in einem modifizierten Einzelzeit- oder Nullstopverfahren. Dabei wurde jeder einzelne Arbeitsschritt von der Nullstellung der Stoppuhr gemessen und so der absolute Wert pro Arbeitsschritt festgehalten. Danach erfolgte die getrennte Aufnahme des Innenkreises sowie der beiden Ringscheiben mit den entsprechenden Zeitbedarfen. Nach Beendigung der Aufnahme im Südsegment erfolgten das Einmessen des Mittel- und Nordsegments sowie die Datenaufnahme in analoger Weise.

Fielen dabei Segmente in nicht inventurrelevant bestockte Bereiche (Blößen, Wege, Bestandespartien ohne Verjüngung, Verjüngung über 150 cm), blieben diese unberücksichtigt. Partien mit einem Verjüngungsanteil von über 50 % über dem oberen Grenzwert von 150 cm blieben ebenfalls unberücksichtigt.

Nach Abschluss der Aufnahmearbeiten lagen jeweils getrennte Daten für den Nordtrakt des Innenkreises, den Innenkreis sowie die beiden Ringscheiben jedes der drei Segmente eines Stichprobenpunktes mit den entsprechenden Zeitbedarfswerten vor. Diese Daten bilden die Basis für die Datenauswertung und die darauf basierende Optimierung des Verfahrens (vgl. 5).

3.2.3.4 Datenauswertung

Die Datenauswertung erfolgte datenbankgestützt. Dabei wurde neben der Baumartenverteilung der Verbiss in seinen unterschiedlichen Formen berücksichtigt. Diese Werte werden im Folgenden jeweils aufnahmebereichspezifisch aufgeführt. Für jeden ausgewiesenen Kennwert werden die statistischen Kennwerte Varianz, Variationskoeffizient, Standardfehler und das Konfidenzintervall für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % ($\alpha = 0,05$) angegeben. In den Anhängen A.5.1 bis 5.12 sind die Ergebnisprotokolle angefügt.

3.2.4 Verbisschäden

Die Baumarten lassen sich hinsichtlich ihrer Verbissgefährdung klassifizieren. So gelten insbesondere die Eichen- und Ahornarten, die Esche sowie die Hainbuche und die Tanne als besonders verbissgefährdet. Eine geringe Gefährdung wird im Allgemeinen für Buche, Fichte Douglasie und Lärche gesehen, die Erlenarten gelten als nicht gefährdet (PRIEN 1997).

Verbisschäden können von allen Schalenwildarten und Nagetieren verursacht werden. Wirtschaftliche Bedeutung in Forstbetrieben haben Schäden an sich in der Verjüngungsphase befindlichen Forstpflanzen (Kulturen, Verjüngungen). Diese werden überwiegend durch die wiederkäuenden Schalenwildarten sowie von Hase und Kaninchen verursacht.

Während die Verbissstelle von Hase und Wildkaninchen ein glatter, schnittartiger, schräg zur Triebachse verlaufender Abbiss ist (Abb. 7), stellt sich dieser bei den wiederkäuenden Schalenwildarten infolge des Fehlens der Schneidezähne im Oberkiefer anders dar. Diese Abbissstelle ist mehr rechtwinkelig zur Triebachse geführt und läuft langfaserig aus (abrissartig!). Dabei bleibt häufig ein Rindenfaden stehen (Abb. 5), dieser kann jedoch auch fehlen (Abb. 6).



Abb. 5 Schalenwildverbiss



Abb. 6 Schalenwildverbiss



Abb. 7 Verbiss durch Hasen und Kaninchen

Darüber hinaus finden sich gelegentlich auch durch Mäuse verursachte Verbisschäden. Diese werden durch Rötel- und Waldmaus verursacht. Beide Arten sind in der Lage, Triebe bis zu einer Höhe von 0,7 m zu erklettern. Die Verbisschäden durch Mäuse stellen sich auf zwei unterschiedliche Arten dar:

Zum einen vermögen Mäuse das Innere der Knospen nur durch eine kleine Öffnung in den Knospenschuppen auszunagen. Dabei bleibt die hohle Knospe stehen.

Zum anderen können zunächst auch die Knospenschuppen bis auf den unteren Knospenschuppenring entfernt werden und die Knospe abgenagt werden (Abb. 8). In diesem Fall finden sich die Knospenschuppenreste häufig neben der Pflanze auf dem Boden.



Abb. 8 Verbiss durch Mäuse

4 Ergebnisse

Im Rahmen der Inventur konnten von den 150 projektierten Stichprobenpunkten aufgrund der terrestrischen Gegebenheiten nur 66 Stichprobenpunkte realisiert werden. Alle Stichprobenpunkte entfielen auf Naturverjüngungen.

Die geringe realisierte Anzahl Stichproben macht deutlich, dass insbesondere bei Verjüngungs- und Verbissinventuren in natürlich verjüngten Beständen mit einem sehr hohen Anteil von Stichprobenpunkten ohne Verjüngung zu rechnen ist. Daher sollte im Rahmen der Projektierung von Verjüngungs- und Verbissinventuren in Naturverjüngungsbeständen eine um min. 100 % über der Zahl der gewünschten Probepunkte liegende Stichprobenanzahl veranschlagt werden.

In der Ergebnisdarstellung werden die drei Forstbetriebsgemeinschaften zusammen betrachtet. Eine Differenzierung auf die drei Forstorte ist aufgrund des realisierten Stichprobenumfangs nicht sinnvoll, da dabei die dann auf die einzelnen Betriebe entfallenden Stichprobenzahlen für gesicherte Aussagen zu gering wären.

Für die Ergebnisdarstellung werden die drei getrennt erfassten Aufnahmeflächen (Innenkreis, Ringscheibe 1, Ringscheibe 2) zusammen betrachtet, die Ergebnisse basieren somit auf den realisierten 30 m²-Segmenten der 66 Stichprobenpunkte. Für die Optimierung des Verfahrens (Kap. 5) werden die Aufnahmeflächen dann getrennt betrachtet.

4.1 Baumartenverteilung

Die Baumartenverteilung in der Stichprobe gibt Tabelle 1 für die drei Forstbetriebe wieder (vgl. auch Anhang A.5.1). Danach bilden insbesondere Esche und Bergahorn aber auch die Buche die Baumarten mit dem stärksten Verjüngungspotential. Nennenswerte Beimischungen bilden die Hainbuche und der Spitzahorn.

Tab. 1 Baumartenverteilung in der Stichprobe

Baumart	Anteil (%)	Standardfehler	Konfidenzintervall (%) ($\alpha = 0,05$)	
Eiche	0,2	0,1	0,5	0,0
Buche	21,4	2,8	27,0	15,7
Hainbuche	4,8	1,2	7,3	2,4
Esche	35,0	3,4	41,9	28,2
Bergahorn	32,2	3,4	39,0	25,5
Spitzahorn	3,8	1,3	6,3	1,3
Feldahorn	1,6	0,9	3,4	0,0
Ulme	0,1	0,1	0,3	0,0
Linde	0,7	0,2	1,1	0,3
Kirsche	0,0	0,0	0,1	0,0
Eberesche	0,1	0,1	0,3	0,0

Die weiteren Betrachtungen werden sich auf die auch wirtschaftlich bedeutenden Baumarten Buche, Esche, Bergahorn und Hainbuche konzentrieren, denn diese Baumarten kommen in min. 30 Stichproben vor, so dass hier Ergebnisse mit belastbaren statistischen Fehlerrahmen zu erwarten sind.

Tabelle 2 zeigt die Baumartenverteilung der vier Baumarten nach Größenklassen (vgl. auch Anhang A.5.2). Dabei zeigt sich ein kontinuierlicher Rückgang des Anteils der Buche mit zunehmender Größenklasse, während die Entwicklung des Anteils des Bergahorns eine ge-

genläufige Tendenz zeigt. Der Anteil der Hainbuche nimmt zur mittleren Größenklasse ab, um dann in der Größenklasse ab 100 cm wieder stärker vertreten zu sein. Die Esche nimmt zur mittleren Größenklasse leicht zu, um dann deutlich zurückzugehen.

Tab. 2 Baumartenverteilung nach Größenklassen

Größe	Baumart	Anteil (%)	Standardfehler	Konfidenzintervall (%) ($\alpha = 0,05$)	
20 - 49,9 cm	Buche	23,9	2,8	29,4	18,4
	Hainbuche	5,1	1,0	7,2	3,0
	Esche	34,6	3,3	41,2	28,1
	Bergahorn	30,7	2,8	36,3	25,2
50 - 99,9 cm	Buche	19,0	2,9	24,8	13,2
	Hainbuche	1,8	0,5	2,7	0,9
	Esche	37,5	4,9	47,2	27,8
	Bergahorn	35,2	4,1	43,5	26,9
100 - 150 cm	Buche	15,4	8,3	32,1	1,3
	Hainbuche	2,4	0,6	3,6	1,2
	Esche	22,9	11,2	45,2	0,4
	Bergahorn	47,8	30,2	100,0	0,0

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die absoluten, auf den Hektar bezogenen, Baumzahlen in den einzelnen Größenklassen sowie als Gesamtbaumzahl pro ha über alle Größenklassen (vgl. auch Anhang A.5.5 und A.5.6). Dabei ist der Wert Gesamtbaumzahl pro ha nicht die Summe der Baumzahlen in den drei Größenklassen sondern der Gesamtwert ohne Größenklassenberücksichtigung.

Die Berechnung der mittleren Baumzahl pro ha erfolgt über die mittlere Baumzahl pro Stichprobenpunkt durch Hochrechnung auf den Hektar.

Bei jeder weiteren Differenzierung (z. B. baumartenweise Differenzierung bzw. innerhalb einer Baumart zusätzlich eine größenklassenspezifische Differenzierung; vgl. Tab. 3) variiert die Zahl der Probepunkte, da bei der Auswertung der Ergebnisse einer Stichprobe jedes Kriterium so betrachtet wird, als wenn es im Rahmen einer spezifischen, nur auf dieses Kriterium zielenden Inventur erhoben worden wäre.



Kommt z. B. die Baumart Buche in zehn Stichproben mit im Mittel 10 Probebäumen (pro 10 m² Stichprobenfläche) vor, wird die mittlere Zahl Buchen pro ha mit 10.000 Buchen pro ha **Buchenverjüngungsfläche** angenommen. Differenziert man nun z. B. weiter in Größenklassen kann dies dazu führen, dass eine Größenklasse nur noch in zwei Stichprobenpunkten nun jedoch mit im Mittel 12 Bäumen vertreten ist. Die rechnerische mittlere Baumzahl pro Hektar **Buchenverjüngungsfläche dieser Größenklasse** läge dann bei 12.000 Bäumen pro ha.

Erkennbar wird die deutliche Abnahme der Baumzahlen in den höheren Größenklassen. Diese fällt bei der Buche mit rd. 90 % bezogen auf den Bestand in der ersten Größenklasse deutlicher aus als bei Esche (rd. 89 %) und Hainbuche (rd. 78 %) bzw. Bergahorn (74 %).

Tab. 3 Anzahl Baumarten nach Größenklassen sowie Gesamtbaumzahl pro ha (jeweils bezogen auf die spezifische Probepunktanzahl)

Größe	Buche	Hainbuche	Esche	Bergahorn
	Bäume pro ha			
20 - 49,9 cm	8.624	4.554	12.858	10.753
50 - 99,9 cm	2.950	1.180	6.215	5.920
100 - 150 cm	905	1.000	1.610	2.774
Gesamt	10.880	4.923	17.994	15.807

4.2 Verbissbelastung

In Tabelle 4 werden die Ergebnisse der erhobenen Verbisskriterien aufgeführt (vgl. auch Anhang A.5.4). Danach sind rd. 43 % der beobachteten Bäume ohne Verbiss. Rd. 54 % weisen Leittriebverbiss auf ("Leittriebverbiss" und "Leit-/Seitentriebverbiss"), bei 3,5 % aller beobachteten Bäume war ausschließlich Seitentriebverbiss zu verzeichnen.

Tab. 4 Anteile verbissener Pflanzen in der Stichprobe

Verbissart	Anteil (%)	Standardfehler	Konfidenzintervall (%) ($\alpha = 0,05$)	
Leittriebverbiss	29,2	1,7	32,6	25,8
Seitentriebverbiss	3,5	0,5	4,4	2,6
Leit- u. Seitentriebverbiss	24,5	3,3	31,1	17,9
ohne Verbiss	42,8	2,9	48,7	37,0

Tabelle 5 stellt die Ergebnisse für die betrachteten Hauptbaumarten differenziert dar (vgl. auch Anhang A.5.5). Dabei wird deutlich, dass die beiden Lichtbaumarten Esche und Bergahorn sowie die Hainbuche über 50 % Leittriebverbiss aufweisen. Die Hainbuche ist die einzige Baumart, bei der auch ein Seitentriebverbiss von über 50 % zu verzeichnen ist. Dieses unterstützt den auch in der Literatur durchgängig vertretenen Hinweis auf die besondere Verbissgefährdung dieser Baumart (u.a. PRIEN 1997).

Für die Buche sieht das Ergebnis am günstigsten aus. Sie weist nur zu rd. 17 % Leittriebverbiss auf und ist die einzige Baumart, bei der ein den Leittriebverbiss übersteigender Seitentriebverbiss zu verzeichnen ist. Dieses kann u. U., bedingt durch die sympodiale Verzweigungsmorphologie der Buche, auch auf die zum Teil nicht eindeutige Zuordnung der verbissenen Triebe zu Leit- oder Seitentrieb zurückzuführen sein.

Tab. 5 Anteile verbissener Pflanzen nach Baumarten

Baumart	Verbissart	Anteil (%)	Standardfehler	Konfidenzintervall (%) ($\alpha = 0,05$)	
Buche	Leittriebverbiss	6,6	1,3	9,1	4,0
	Seitentriebverbiss	8,0	1,2	10,3	5,6
	Leit- u. Seitentriebverbiss	10,7	3,5	17,7	3,7
	ohne Verbiss	74,8	4,3	83,3	66,2
Hainbuche	Leittriebverbiss	13,4	3,6	20,5	6,3
	Seitentriebverbiss	2,7	1,1	4,9	0,5
	Leit- u. Seitentriebverbiss	55,0	11,1	77,1	32,9
	ohne Verbiss	28,9	7,9	44,7	13,0
Esche	Leittriebverbiss	37,2	2,0	41,2	33,1
	Seitentriebverbiss	1,2	0,4	2,1	0,3
	Leit- u. Seitentriebverbiss	25,9	4,0	33,8	18,0
	ohne Verbiss	35,7	3,4	42,4	29,0
Bergahorn	Leittriebverbiss	37,9	2,9	43,6	32,1
	Seitentriebverbiss	2,8	0,5	3,8	1,8
	Leit- u. Seitentriebverbiss	25,0	4,6	34,1	15,8
	ohne Verbiss	34,4	3,3	41,0	27,7

Die verschiedenen Verbissarten der Baumarten werden nun größenklassenspezifisch dargestellt (vgl. Tabellen 6a-d, Anhang A.5.6). Dabei zeigt sich, dass die Buche über alle Größenklassen zu rd. 70 % unverbissen ist und der Leittriebverbiss unter 20 % bleibt.

Die Hainbuche ist in der ersten und zweiten Größenklasse mit nur unter 30 % unverbissenen Pflanzen vertreten. In der dritten Größenklasse steigt der Anteil der unverbissenen Pflanzen bei deutlich zurückgehendem Leittriebverbiss wieder an. Dieses kann nicht losgelöst von dem Anteil dieser Baumart in dieser Größenklasse gesehen werden (vgl. Tab. 2), da die Hainbuche in dieser Größenklasse nur noch mit 2,4 % vertreten ist.

Der Seitentriebverbiss der Esche steigt über die Größenklassen kontinuierlich an und ist auch hier auf die Verzweigungsstruktur zurückzuführen. Junge Eschen weisen eine nur gering ausgeprägte Seitenverzweigung auf, die sich erst im höheren Alter stärker ausprägt. Der Leittriebverbiss liegt in den oberen Größenklassen bei deutlich über 70 %, der Anteil der Eschen ohne Verbiss nimmt kontinuierlich auf unter 15 % ab.

Eine ähnliche Tendenz zeigt der Bergahorn, bleibt aber leicht unter den Werten der Esche, jedoch bei einem Ansteigen des absoluten Anteils an der Verjüngung (vgl. Tab. 2).

Tab. 6a Verbisskriterien nach Größenklassen - Buche -

Größe	Verbissart	Anteil (%)	Standardfehler	Konfidenzintervall (%) ($\alpha = 0,05$)	
20 - 49,9 cm	Leittriebverbiss	7,3	1,5	10,3	4,2
	Seittriebverbiss	6,4	1,3	9,0	3,8
	Leit- u. Seittriebverbiss	12,5	4,1	20,8	4,3
	ohne Verbiss	73,8	5,1	83,9	63,7
50 - 99,9 cm	Leittriebverbiss	3,9	1,3	6,4	1,3
	Seittriebverbiss	11,5	1,8	15,2	7,9
	Leit- u. Seittriebverbiss	5,5	2,2	10,0	1,0
	ohne Verbiss	79,1	3,3	85,6	72,6
100 - 150 cm	Leittriebverbiss	6,8	3,6	13,9	0,0
	Seittriebverbiss	21,8	6,6	35,0	8,6
	Leit- u. Seittriebverbiss	0,8	0,8	2,3	0,0
	ohne Verbiss	70,7	7,4	85,4	56,0

Tab. 6b Verbisskriterien nach Größenklassen - Hainbuche -

Baumart	Verbissart	Anteil (%)	Standardfehler	Konfidenzintervall (%) ($\alpha = 0,05$)	
20 - 49,9 cm	Leittriebverbiss	14,2	4,0	22,1	6,2
	Seittriebverbiss	2,1	0,9	3,8	0,4
	Leit- u. Seittriebverbiss	54,9	11,3	77,6	32,2
	ohne Verbiss	28,8	8,1	45,0	12,6
50 - 99,9 cm	Leittriebverbiss	8,7	6,7	22,2	0,0
	Seittriebverbiss	3,3	2,2	7,7	0,0
	Leit- u. Seittriebverbiss	60,9	21,9	100,0	0,0
	ohne Verbiss	27,2	14,1	55,4	0,0
100 - 150 cm	Leittriebverbiss	4,8	2,5	9,7	0,0
	Seittriebverbiss	23,8	8,2	40,2	7,4
	Leit- u. Seittriebverbiss	33,3	29,0	91,3	0,0
	ohne Verbiss	38,1	19,7	77,4	0,0

Tab. 6c Verbisskriterien nach Größenklassen - Esche -

Baumart	Verbissart	Anteil (%)	Standardfehler	Konfidenzintervall (%) ($\alpha = 0,05$)	
20 - 49,9 cm	Leittriebverbiss	35,6	2,1	39,7	31,4
	Seittriebverbiss	0,4	0,1	0,7	0,2
	Leit- u. Seittriebverbiss	20,4	4,2	28,9	12,9
	ohne Verbiss	43,6	4,4	52,3	34,9
50 - 99,9 cm	Leittriebverbiss	42,2	5,3	52,8	31,6
	Seittriebverbiss	2,2	0,8	3,8	0,6
	Leit- u. Seittriebverbiss	39,6	7,4	54,4	24,8
	ohne Verbiss	16,0	3,4	22,8	9,3
100 - 150 cm	Leittriebverbiss	32,3	9,3	51,0	13,7
	Seittriebverbiss	12,6	6,7	26,0	0,0
	Leit- u. Seittriebverbiss	40,4	11,0	62,5	18,3
	ohne Verbiss	14,6	4,3	23,2	6,1

Tab. 6d Verbisskriterien nach Größenklassen - Bergahorn -

Baumart	Verbissart	Anteil (%)	Standardfehler	Konfidenzintervall (%) ($\alpha = 0,05$)	
20 - 49,9 cm	Leittriebverbiss	34,0	2,2	38,4	29,6
	Seitentriebverbiss	1,6	0,5	2,6	0,6
	Leit- u. Seitentriebverbiss	20,7	4,7	30,0	11,3
	ohne Verbiss	43,8	3,5	50,8	36,7
50 - 99,9 cm	Leittriebverbiss	47,2	5,3	57,8	36,7
	Seitentriebverbiss	3,6	0,6	4,9	2,4
	Leit- u. Seitentriebverbiss	35,8	6,5	48,8	22,8
	ohne Verbiss	13,3	2,5	18,4	8,3
100 - 150 cm	Leittriebverbiss	41,9	4,3	50,6	33,2
	Seitentriebverbiss	11,9	3,1	18,1	5,6
	Leit- u. Seitentriebverbiss	27,8	3,4	34,5	21,1
	ohne Verbiss	18,4	4,2	26,9	9,9

4.3 Zusammenfassung und Diskussion

Bemerkenswert ist, dass die Buche die geringste Verbissbelastung aufweist (vgl. Tab. 6a), jedoch den deutlichsten Rückgang der auf den Hektar bezogenen Baumzahlen von der ersten zur dritten Größenklasse aufweist (vgl. Tab. 3). Ausgehend von den rd. 8.620 Buchen pro Hektar in der ersten Größenklasse fallen rd. 90 % bis zur dritten Größenklasse aus. Der Einfluss des Verbisses scheint hier nicht der entscheidende Auslöser des Rückgangs zu sein.

Der Rückgang der Hainbuche erreicht mit rd. 78 % einen besseren Wert. Obwohl die absolute Ausgangszahl (rd. 4.554) sehr gering ist, ist die Hainbuche in der Größenklasse 3 mit einer größeren Anzahl Individuen als die Buche vertreten. Dies kann auf die relative Trockenheit der Standorte im Untersuchungsraum (Muschelkalkausgangssubstrat) in den Sommermonaten zurückzuführen sein, die insbesondere bei der Buche zu größeren Ausfallprozenten bei zugleich günstigeren Wuchsbedingungen der anderen Baumarten führt.

Auch die Esche verzeichnet einen hohen prozentualen Rückgang von der ersten zur dritten Größenklasse von rd. 87 %, wenn auch auf einem insgesamt deutlich höheren Niveau. Die Esche ist mit dem höchsten Anteil in der Größenklasse 1 vertreten, fällt aber in der Größenklasse 3 hinter den Bergahorn zurück. Dieses geht einher mit dem Anteil der Eschen ohne Verbiss, dort liegt der Anteil in der 3. Größenklasse unter 15 %.

Der Bergahorn kann sich am deutlichsten behaupten. Er weist in der Größenklasse 3 den größten Anteil bezogen auf den Ausgangsbestand auf. Sein Rückgang beträgt rd. 74 % von der ersten bis in die dritte Größenklasse.

Die Abbildungen 9a-d fassen die Ergebnisse graphisch zusammen. Dabei werden die Ergebnisse in der Kategorie "Leit- und Seitentriebverbiss" jeweils dem "Leittriebverbiss" bzw. "Seitentriebverbiss" zugerechnet.

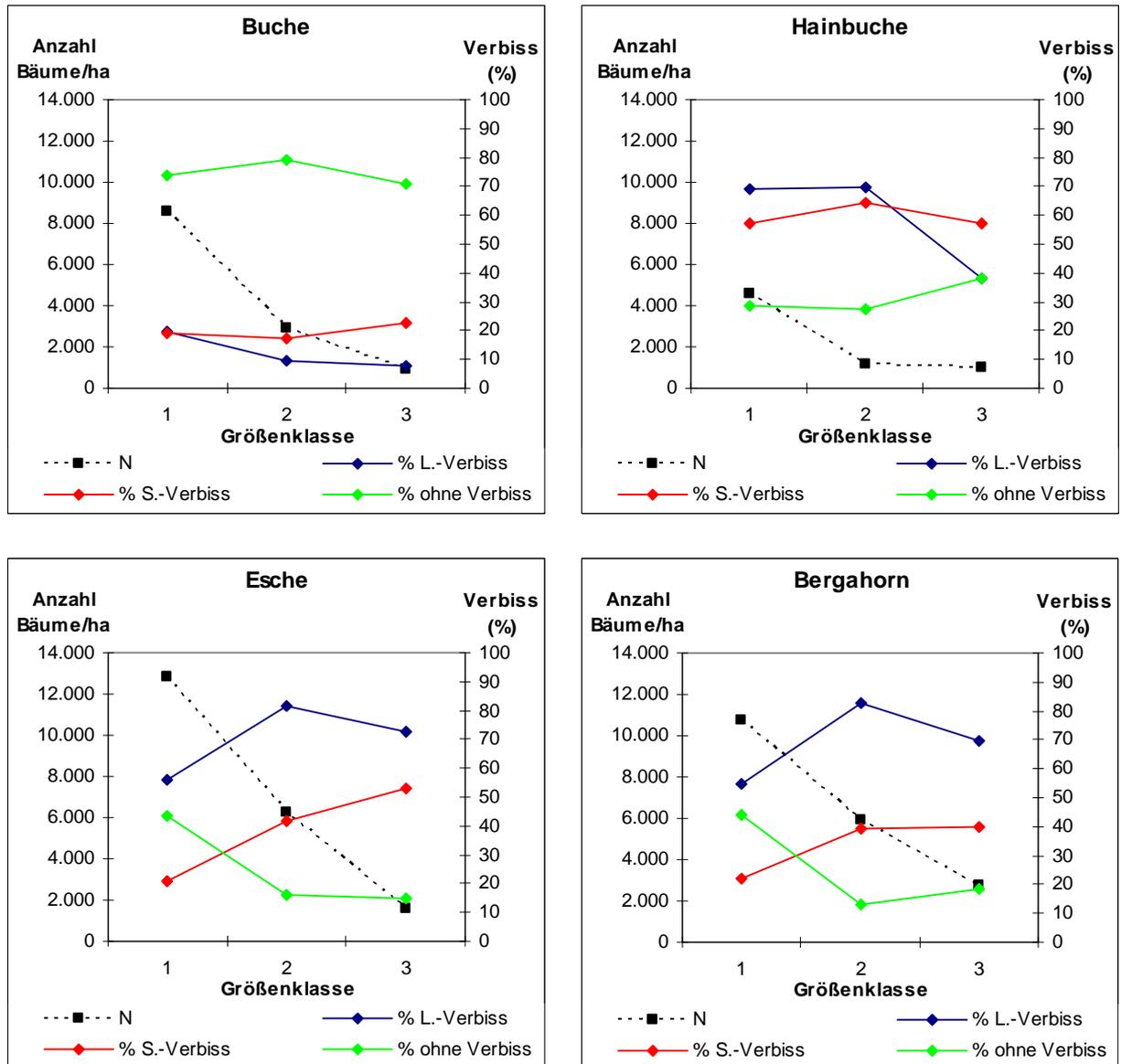


Abb. 9a-d Graphische Zusammenfassung der Ergebnisse

Bei allen näher betrachteten Baumarten ist ein Rückgang des Leittriebverbisses in der Größenklasse 3 zu verzeichnen. Ab 1 m Höhe nimmt die Bedeutung des Leittriebverbisses (in Rehwildrevieren) ab.

Bei Buche, Esche und Bergahorn steigt im Gegenzug der Seitentriebverbiss an. Hier zeigt nur die Hainbuche einen recht konstanten Verlauf, allerdings auf einem hohen Niveau.

Der Rückgang der Anzahl der Bäume pro ha über die drei Größenklassen zeigt bei Buche, Esche und Bergahorn einen recht ähnlichen Verlauf, wenn auch auf einem anderen absoluten Niveau. Lediglich der Rückgang der Hainbuche verlangsamt sich ab der zweiten Größenklasse deutlicher.

Hainbuche und Bergahorn weisen in der dritten Größenklasse einen größeren Prozentsatz unverbissener Bäume auf als in der zweiten Klasse, die Hainbuche erreicht hier sogar ihren größten Wert. Die Buche hält sich über alle drei Größenklassen auf einem hohen Niveau, Schwankungen sind gering. Lediglich bei der Esche geht die Anzahl der unverbissenen Bäume kontinuierlich, ab der zweiten Größenklasse deutlich verringert zurück.

Während man bei Esche und Bergahorn den Rückgang der Baumzahlen pro ha mit der Zunahme von Leit- und Seitentriebverbiss erklären könnte, ist dies bei Buche und mit Einschränkungen bei der Hainbuche nicht möglich. Der Leit- und Seitentriebverbiss verlaufen über alle Größenklassen auf recht konstantem Niveau, hier spielt offensichtlich die Konkurrenz zu den anderen Baumarten bzw. standörtliche Gründe die entscheidende Rolle für den Rückgang.

Auf den untersuchten Standorten weisen Bergahorn und Hainbuche offensichtlich das höchste Wuchspotential auf. Insbesondere die Ergebnisse der Hainbuche überraschen. Trotz ihrer geringen Ausgangszahl und dem enormen Verbissdruck kann sie in der Größenklasse 3 ihren Anteil am deutlichsten vergrößern. Sie scheint den Verbissdruck am besten Stand zu halten. Der Bergahorn behauptet sich mit ähnlichen Anteilen, "startet" jedoch von einem deutlich höheren Niveau.

Diese Ergebnisse decken sich mit den den vorangegangener Inventuren (KLEINE 2001, TRISL u. KLEINE 2001, TRISL u. RÜHE 2001, TRISL 2001b, TRISL 2004a). Alle vier Baumarten zeigten auch in diesen Untersuchungen hinsichtlich der Verbissbelastung vergleichbare Größenordnungen. Dieses gilt ebenso für die Untersuchung in der Revierförsterei Sattenhausen (TRISL 2001b) und die dort erstmals durchgeführte größenklassenweise Betrachtung.

Die Untersuchung in einem Damwildrevier in der Magdeburger Börde (TRISL u. RÜHE 2001) zeigte bei größenklassenweiser Betrachtung der vier Hauptbaumarten hingegen deutlich höhere Verbissprozente in der dritten Größenklasse, bedingt durch das Vorhandensein einer zweiten verbisswirksamen Wildart, deren Verbissbereich bis an 1,50 m heranreicht (vgl. 3.2.2).

Insgesamt wird an den jeweiligen Fehlerrahmen deutlich (vgl. Tabellen 6a-d, Anhang A.5.6), dass der Stichprobenumfang von 66 Stichproben nicht ausreicht, um Ergebnisse mit aussagekräftigen Fehlerrahmen in der oben angeführten detaillierten Tiefe zu erreichen. Hier sollten in der Praxis deutlich über 100 Stichproben pro Befundeinheit realisiert werden.

5 Optimierung des Stichprobenverfahrens

Die Inventur lieferte für die auf den Gesamtzeitaufwand bezogene Optimierung zwei wichtige Kenngrößen. Dies ist zum einen die Varianz der einzelnen erhobenen Merkmale in den verschiedenen Aufnahmebereichen, zum anderen der Zeitbedarf für die jeweiligen Aufnahmebereiche.

Im Rahmen der terrestrischen Datenaufnahme erfolgte neben der Zeiterfassung eine getrennte Datenerhebung für den Innenkreis und die Ringscheiben (vgl. 3.2.3.1). Zudem wurden im Innenkreis entlang eines nach Norden orientierten Transsektivs die an diesem liegenden Probebäume gesondert erfasst. Dadurch ist für jede der drei Aufnahmebereiche sowie den Nordtranssektiv eine getrennte Auswertung mit Schätzung der statistischen Parameter möglich.

Für die nachfolgende Optimierung werden die jeweils bis zu drei Segmente (Süd, Mitte, Nord; vgl. Abb. 3) jedes Stichprobenpunktes zunächst als getrennte Stichprobenpunkte aufgefasst. Dadurch können für den Nordtranssektiv 109, für die anderen Aufnahmebereiche 139 bzw. 138 Stichprobenpunkte berücksichtigt werden.

5.1 Varianz, Variationskoeffizient

Merkmal der Auswertung ist zum einen die Baumartenverteilung in der Stichprobe als zentrales Kriterium einer Verjüngungsinventur, zum anderen die Schädigung der Verjüngung durch Verbiss. Dabei kommt der Varianz als Kennzahl der Qualität der Schätzung eine wichtige Bedeutung zu.

Varianzen aus verschiedenen Stichproben lassen sich aber nur dann unmittelbar vergleichen, wenn die Stichproben gleich groß sind, die Erhebung des Merkmals in beiden Stichproben nach gleicher Methodik und in gleicher Skalierung erfolgt und zu in ihrer Größenordnung übereinstimmenden Mittelwerten führt. Beziehen sich die Streuungswerte auf verschieden hohe Mittelwerte, variieren auch die Varianzen in Abhängigkeit dieser Höhe. In diesem Fall ist ein Vergleich nur in Prozent des arithmetischen Mittels möglich. Dieses wird als Variations- oder Variabilitätskoeffizient (V) nach PEARSON bezeichnet (12).

$$V_{\%} = \frac{s_p}{\bar{p}} * 100 \quad (\%) \quad (12)$$

wobei s_p = Standardabweichung
 \bar{p} = arithmetisches Mittel,

Tabelle 7 gibt zunächst einen Überblick über die statistischen Kennwerte Varianz, Variationskoeffizient, Standardfehler und Konfidenzintervall für die Betrachtung in den vier Aufnahmebereichen für die vier Baumarten, die in min. 30 Aufnahmebereichen (Nordtranssektiv, Innenkreis, Ringscheiben) mit min. einem Exemplar vertreten waren (vgl. auch Anhang A.5.9).

Tab. 7 Statistische Kennwerte Stichprobenumfang, Anteil, Varianz (s_x^2), Variationskoeffizient ($V\%$), Standardfehler ($s_{\bar{x}}$) und Konfidenzintervall ($\alpha = 0,05$) für die vier betrachteten Baumarten in den vier Aufnahmebereichen (Einzelsegmentweise Betrachtung)

Aufnahmebereich	Buche						Hainbuche					
	Anzahl Stichproben	Anteil	Varianz	Variationskoeffizient (%)	Standardfehler	Konfidenzintervall ($\alpha = 0,05$)	Anzahl Stichproben	Anteil	Varianz	Variationskoeffizient (%)	Standardfehler	Konfidenzintervall ($\alpha = 0,05$)
Nordtranssekt	39	0,261	0,382	236,8	0,099	0,459 0,063	11	0,043	0,209	1.063,2	0,138	0,319 0,000
Innenkreis	90	0,205	0,126	173,2	0,037	0,279 0,130	32	0,049	0,083	588,0	0,051	0,150 0,000
Ringscheibe 1	97	0,214	0,100	147,8	0,032	0,279 0,150	31	0,052	0,124	677,2	0,063	0,178 0,000
Ringscheibe 2	92	0,220	0,110	150,8	0,035	0,289 0,151	33	0,045	0,072	596,3	0,047	0,138 0,000
Mittelwert		0,213	0,066	120,6	0,024	0,261 0,164		0,048	0,018	279,5	0,019	0,087 0,010

Aufnahmebereich	Esche						Bergahorn					
	Anzahl Stichproben	Anteil	Varianz	Variationskoeffizient (%)	Standardfehler	Konfidenzintervall ($\alpha = 0,05$)	Anzahl Stichproben	Anteil	Varianz	Variationskoeffizient (%)	Standardfehler	Konfidenzintervall ($\alpha = 0,05$)
Nordtranssekt	61	0,350	0,170	117,8	0,053	0,456 0,245	60	0,299	0,137	123,8	0,049	0,395 0,204
Innenkreis	115	0,346	0,129	103,8	0,033	0,413 0,279	119	0,343	0,135	107,1	0,034	0,410 0,276
Ringscheibe 1	107	0,359	0,198	123,9	0,043	0,445 0,273	117	0,305	0,112	109,7	0,031	0,366 0,243
Ringscheibe 2	100	0,347	0,159	114,9	0,040	0,427 0,267	112	0,317	0,113	106,0	0,032	0,381 0,254
Mittelwert		0,350	0,116	97,3	0,031	0,412 0,029		0,322	0,094	95,2	0,027	0,376 0,269

Erkennbar wird eine mehr oder weniger deutliche Schwankung der Baumartenanteile der aufgeführten Baumarten in den vier Aufnahmebereichen. Insbesondere die Abweichung des Nordtranssekts verglichen mit den drei anderen Aufnahmebereichen wird bei Buche und Bergahorn deutlich.

In Tabelle 8 sind die vier erhobenen Verbisskriterien mit den Kennwerten Anteil, Varianz, Variationskoeffizienten, Standardfehler und Konfidenzintervall ($\alpha = 0,05$) für die Betrachtung in den vier Aufnahmebereichen aufgeführt (vgl. auch Anhang A.5.11).

Lässt man zunächst die Ergebnisse des Nordtranssekts unbeachtet, wird erkennbar, dass bei Betrachtung von Innenkreis und Ringscheibe 1 und 2 die Anteilswerte in engen Grenzen um den Wert der Gesamtbetrachtung schwanken. 29,2 % aller Probestämme wiesen einen Leittriebverbiss auf. Im Innenkreis und den beiden Ringscheiben liegt dieser Wert bei 29,6 % bzw. 29,1 %.

Ohne Verbisschaden waren 42,8 % der Probestämme. Hier liegen die Anteilswerte im Innenkreis und den beiden Ringscheiben bei 42,5 % bzw. 42,7 % und 42,8 %.

3,5 % der Probestämme wiesen ausschließlich Seitentriebverbiss auf, über die Aufnahmeflächen schwankt dieser Wert zwischen 3,3 % und 3,9 %. Die "Mischgröße" Leit- und Seitentriebverbiss weist wieder engere Grenzen zwischen 24,2 % und 25,0 % bei einem Mittelwert von 24,5 % auf.

Auch hier fällt wieder die zum Teil sehr deutliche Abweichung der in Nordtranssekt erhobenen Werte im Vergleich zu den Werten auf den drei Aufnahmeflächen auf.

Tab. 8 Statistische Kennwerte Stichprobenumfang, Anteil, Varianz (s_x^2), Variationskoeffizient ($V\%$), Standardfehler ($s_{\bar{x}}$) und Konfidenzintervall ($\alpha = 0,05$) für die vier betrachteten Verbisskriterien in den vier Aufnahmebereichen (Einzelsegmentweise Betrachtung)

Aufnahmebereich	Leittriebverbiss						ohne Verbiss					
	Anzahl Stichproben	Anteil	Varianz	Variationskoeffizient (%)	Standardfehler	Konfidenzintervall ($\alpha = 0,05$)	Anzahl Stichproben	Anteil	Varianz	Variationskoeffizient (%)	Standardfehler	Konfidenzintervall ($\alpha = 0,05$)
Nordtranssekt	109	0,277	0,071	96,2	0,026	0,328 0,226	109	0,503	0,151	77,3	0,037	0,577 0,428
Innenkreis	139	0,296	0,062	84,1	0,021	0,338 0,253	139	0,425	0,123	82,5	0,030	0,485 0,366
Ringscheibe 1	139	0,291	0,062	85,6	0,021	0,333 0,248	139	0,427	0,128	83,8	0,030	0,487 0,366
Ringscheibe 2	138	0,291	0,061	84,9	0,021	0,333 0,249	138	0,428	0,126	82,9	0,030	0,488 0,368
Mittelwert		0,292	0,005	24,2	0,003	0,299 0,286		0,428	0,011	24,5	0,005	0,437 0,419

Aufnahmebereich	Seitentriebverbiss						Leit- und Seitentriebverbiss					
	Anzahl Stichproben	Anteil	Varianz	Variationskoeffizient (%)	Standardfehler	Konfidenzintervall ($\alpha = 0,05$)	Anzahl Stichproben	Anteil	Varianz	Variationskoeffizient (%)	Standardfehler	Konfidenzintervall ($\alpha = 0,05$)
Nordtranssekt	109	0,038	0,004	166,4	0,006	0,050 0,026	109	0,183	0,040	109,3	0,019	0,221 0,145
Innenkreis	139	0,033	0,002	135,5	0,003	0,040 0,027	139	0,246	0,066	104,4	0,022	0,289 0,202
Ringscheibe 1	139	0,033	0,002	135,5	0,003	0,039 0,026	139	0,250	0,070	105,8	0,022	0,295 0,205
Ringscheibe 2	138	0,039	0,002	114,7	0,004	0,047 0,032	138	0,242	0,068	107,8	0,022	0,286 0,197
Mittelwert		0,035	0,000	28,6	0,001	0,036 0,034		0,245	0,006	31,6	0,003	0,251 0,238

5.2 Prüfung der Mittelwertunterschiede

Die Stichprobe liefert bei allen vier Hauptbaumarten sowie den vier Verbisskriterien in den vier Aufnahmebereichen von einander abweichende Anteilswerte (vgl. Tab. 7 und Tab. 8). Aufgrund der Grundkonzeption der Stichprobe können diese Abweichungen nur zufällig sein. Dennoch sollen mittels des t -Tests die Abweichungen überprüft werden. Der t -Test prüft, ob zwei miteinander zu vergleichende Stichproben aus Grundgesamtheiten mit demselben arithmetischem Mittel μ entnommen wurden. Dabei ist vorauszusetzen, dass die Varianzen beider Grundgesamtheiten σ_1^2 und σ_2^2 gleich sind. Dieses ist zunächst mit dem F -Test zu prüfen.

5.2.1 F-Test

Zwei unabhängige Stichproben vom Umfang n_1 und n_2 liefern jeweils die Stichprobenvarianzen s_{x1}^2 und s_{x2}^2 für die vier Hauptbaumarten sowie die vier Aufnahmekriterien. Es wird die Nullhypothese $\sigma^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ aufgestellt und das Stichprobenergebnis daraufhin geprüft. Der F -Test folgt (13).

$$F = \frac{s_{x1}^2}{s_{x2}^2} \quad (13)$$

bzw. im Fall der vorliegenden Untersuchung

$$F = \frac{V_{\%1}^2}{V_{\%2}^2} \quad (14)$$

Der kritische Bereich bei zweiseitiger Fragestellung wird gekennzeichnet durch (15). Es wird von einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % ausgegangen.

$$F \geq F_{\frac{\alpha}{2}; n_1-1/n_2-1} = F_{0,025}; \quad (15)$$

Für die vorliegende Untersuchung stellen die vier Aufnahmebereiche die vier getrennten Stichproben dar. Es müssen somit jeweils sechs Einzeltests für die vier Hauptbaumarten und die vier Verbisskriterien erfolgen. Anhang A.6 stellt die jeweiligen Quotienten nach (14) und die vom Stichprobenumfang abhängigen tabellierten Werte der F-Verteilung dar.

Bei der Betrachtung der Baumartenverteilung in den vier Aufnahmebereichen wird deutlich, dass die Nullhypothese, mit Ausnahme der Innenkreis-Ringscheibe-1-Kombination für die Esche, angenommen werden kann. Die Varianzen beider Grundgesamtheiten sind gleich.

Für den Nordtranssekt wird die Nullhypothese generell verworfen, auch wenn für einzelne Wertepaare die Nullhypothese angenommen werden könnte. Hier ist das Bild zu uneinheitlich.

Bei Betrachtung der Verbissprozentage wird erkennbar, dass die Nullhypothese für die Flächenkombinationen (Innenkreis, Ringscheiben 1 und 2), mit Ausnahme des Kriteriums Seitentriebverbiss, angenommen werden kann. Die Varianzen beider Grundgesamtheiten sind gleich. Der Grund für die Nichtannahme des Kriteriums Seitentriebverbiss wird in dem geringen Anteil dieses Kriteriums vermutet.

Für den Nordtranssekt könnte, mit Ausnahme des Kriteriums Seitentriebverbiss, die Nullhypothese angenommen werden.

Der Nordtranssekt zeigt bei allen erhobenen Kriterien ein uneinheitliches Bild, so dass die Aufnahme ausschließlich des Nordtranssekts als ungeeignet verworfen wird.

Es wird danach für die drei Aufnahmeflächen (Innenkreis, Ringscheibe 1 und 2) angenommen, dass die Varianzen beider Grundgesamtheiten gleich sind und die Anwendung des t-Tests zulässig ist.

5.2.2 t-Test

Die getesteten Variantenpaare weisen auf eine jeweils gleiche Varianz bzw. Variationskoeffizient in der Grundgesamtheit hin. Es wird $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ vorausgesetzt und die Nullhypothese $\mu = \mu_1 = \mu_2$ aufgestellt. Der t-Test folgt (16).

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}} \quad (16)$$

mit

$$s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) \cdot s_{x_1}^2 + (n_2 - 1) \cdot s_{x_2}^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (17)$$

Der kritische Bereich bei zweiseitiger Fragestellung wird gekennzeichnet durch (18). Es wird von einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % ausgegangen.

$$|t| \geq t_{\alpha; f; \text{zweis.}} \quad (18)$$

mit

$$f = n_1 + n_2 - 2$$

Die Abweichungen sind auf dem 5 %-Niveau nicht signifikant und somit zufällig. Anhang A.7 stellt die Ergebnisse des t-Tests für die Baumartenverteilung und die Verbisskriterien dar.

5.3 Zeitstudie

Im Rahmen der terrestrischen Datenaufnahmen wurden für den Innenkreis und jede Ringscheibe der Zeitbedarf für die Aufnahme der Probebäume und die Ansprache der Schäden erhoben. Darüber hinaus wurden die Wegstreckenzeiten zu den Probepunkten sowie zwischen den Aufnahme-segmenten erhoben. Daraus lassen sich mittlere Aufnahmezeiten für die Aufnahmebereiche bei einzelsegmentweiser Betrachtung und die Drei-Segment-Stichprobe errechnen sowie die mittlere Aufnahmezeit pro Probebaum herleiten.

Der Zeitbedarf für die terrestrische Datenaufnahme wird von verschiedenen Kriterien beeinflusst. Neben Umfang, Art und Höhe der zu bonitierenden Verjüngung und der Begleitvegetation sind dies die Gegebenheiten des Inventurkonzepts. Im Gegensatz zu N-Baum-Stichproben wird der Zeitbedarf bei flächigen Stichprobenformen durch die Erfassung der Probefläche bestimmt, weniger durch die Anzahl der darauf befindlichen Probebäume. Hier bedingt die Strecke entlang des Kreisradius, auf der sich der Aufnehmende bewegt sowie der Bereich, der von dieser Strecke aus beobachtet werden muss, den Zeitbedarf (vgl. 3.2.3.2).

Im ersten 10-m²-Kreis (Radius 1,78 m) bewegt sich der Aufnehmende ungefähr eine halbe Armlänge zum Probekreismitelpunkt versetzt, d.h. auf einem Radius von ca. 1,4 m, um die Aufnahmeschnur gespannt halten zu können. Die bei dieser Annahme zurückzulegende Strecke entspricht dem Kreisumfang bei diesem Radius und liegt bei rd. 8,7 m. Da von dieser Strecke aus die dem Probekreismitelpunkt nahen Probebäume nicht angesprochen werden können, ist es erforderlich, dass der Aufnehmende sich ständig auf den Probekreismitelpunkt zu- und wieder rückbewegt, einerseits um den durch die Aufnahmeschnur "abgetasteten" Bereich vollständig zu erfassen und andererseits um den Radius einhalten zu können. Abbildung 10 verdeutlicht dieses schematisch.

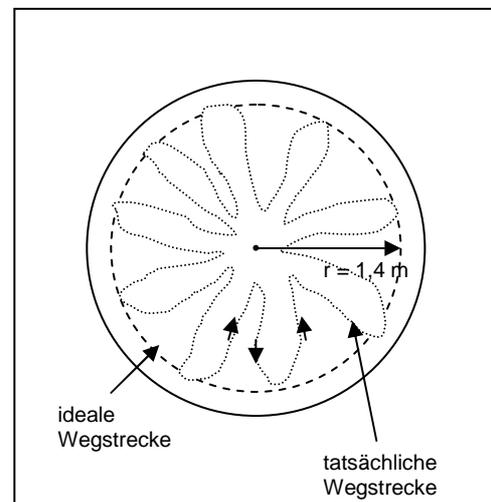


Abb. 10 Innenkreis, ideale und tatsächliche Wegstrecke

In der ersten Ringscheibe (Radiusbereich 1,78 m bis 2,52 m) kann sich der Aufnehmende ungefähr in der Mitte des Radiusbereichs bewegen ($r = 2,15$ m). Er kann von dieser Strecke aus alle Probebäume nach außen (bis Radius 2,52 m) sowie nach innen (ab Radius 1,78 m) erfassen, ohne die Linie verlassen zu müssen. Die zurückzulegende Wegstrecke beträgt 13,5 m und liegt somit rd. 56 % über der des Innenkreises (ohne Berücksichtigung der Hin- und Rückbewegungen). Insofern ist zwar eine größere Strecke entlang des Radius zurückzulegen, die Einzelsprache der Probebäume ist jedoch deutlich schneller durchzuführen, da die Linie für die Probebaumannsprache nicht verlassen werden muss.

In der zweiten Ringscheibe (Radiusbereich 2,52 m bis 3,09 m) tritt, trotz erhöhter Wegstrecke, eine weitere Zeitersparnis ein. Der Aufnehmende bewegt sich nun auf einer Linie, die durch den Kreisumfang eines Radius von 2,81 m gebildet wird. Er muss den Bereich bis Radius 3,09 m bzw. ab 2,52 m erfassen. Die Strecke beträgt 17,6 m und liegt somit 30 % über der der Ringscheibe 1. Trotz Anstieg der Wegstrecke verringert sich der mittlere Zeitbedarf der zweiten Ringscheibe weiter, offensichtlich weil der nun auf nur noch 57 cm verringerte Bereich entlang der Aufnahmeschnur deutlich schneller "optisch abzutasten" ist, als es in der Ringscheibe 1 (Abtastbreite 74 cm) gegeben ist.

Auch bei den Aufnahmen in den Ringscheiben 1 und 2 muss gelegentlich von der idealen Aufnahmestrecke (bei $r = 2,15$ m bzw. $r = 2,81$ m) abgewichen werden, um die Aufnahmeschnur um auftretende Hindernisse herumzuführen. Dieses können z. B. vereinzelt ältere Baumindividuen oder auch einzelne Vorwüchse innerhalb der Verjüngung sein. Dadurch werden aber alle Aufnahmebereiche nahezu gleichermaßen belastet. Dieser Zeitmehrbedarf konnte im Rahmen der vorliegenden Untersuchung durch Umstellung auf eine selbsteinrollende Aufnahmeschnur minimiert werden (vgl. Kap. 3.2.3.2).

Abbildung 11 stellt die mittleren Zeiten pro Aufnahmebereich für die einzelsegmentweise Betrachtung sowie die Drei-Segment-Stichprobe dar. Dabei wird den mittleren Aufnahmezeiten am Probepunkt jeweils die mittlere Wegstreckenzeit zum Probepunkt (2,9 min.) sowie bei der Drei-Segment-Stichprobe zusätzlich die mittlere Wegstreckenzeit zwischen den Segmenten (0,4 min.) zugerechnet. Letzterer Wert wird dabei doppelt berücksichtigt (Strecke Südsegment-Mittelsegment und Strecke Mittelsegment-Nordsegment).

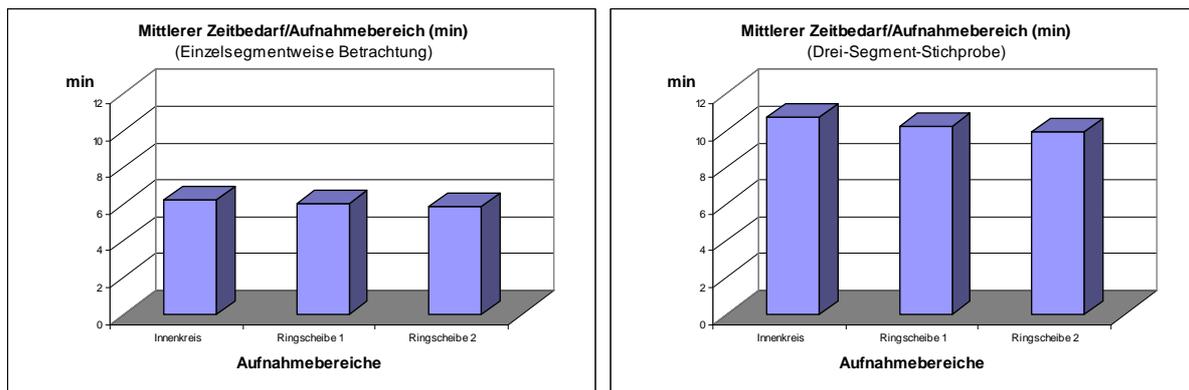


Abb. 11 Mittlere Zeiten pro Aufnahmebereich (Einzelsegmentweise Betrachtung und Drei-Segment-Stichprobe)

Das Absinken des mittleren Zeitbedarfs pro Aufnahmebereich vom Innenkreis über Ringscheiben 1 zu Ringscheibe 2 wird neben einem schnelleren Arbeitsfortschritt auch durch eine leichte Abnahme der mittleren Baumzahl pro Aufnahmebereich bestimmt (vgl. Abb. 12).

Die Einrichtung eines Stichprobenpunktes im Rahmen der terrestrischen Inventur kann nur dann erfolgen, wenn das gesuchte Merkmal (Verjüngung) an dem Probepunkt (Mittelpunkt des Innenkreises bzw. der Ringscheiben) zu finden ist (vgl. Kap. 3.2.3.3). Da die Verjüngung häufig kleinfächig geklumpt vorzufinden ist (z. B. Verjüngungshorst im Altholz), liegt der Probepunkt deshalb nicht selten inmitten eines solchen Verjüngungsbereichs. Insofern ist der Innenkreis zumeist flächig mit Verjüngung bestockt. Mit weiterer Entfernung vom Probepunkt (Ringscheibe 1 und 2) werden zunehmend die Bereiche außerhalb des Verjüngungsbereichs erfasst, die eine geringe Verjüngungsdichte aufweisen. Die Anzahl der Probebäume sinkt ab. Eine Auswirkung auf die Varianz in der Ringscheibe 2 ist jedoch nicht zu erkennen (vgl. Tab. 7 und Tab. 8).

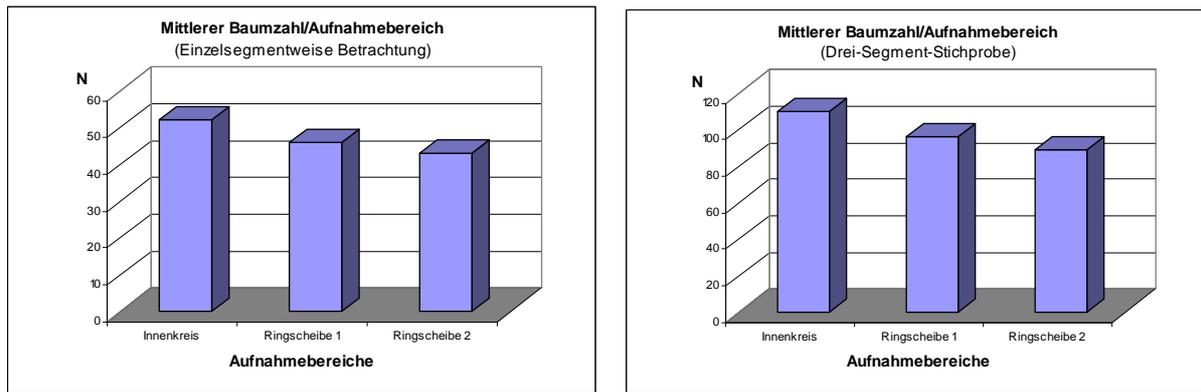


Abb. 12 Mittlere Baumzahlen pro Aufnahmebereich (Einzelsegmentweise Betrachtung und Drei-Segment-Stichprobe)

Die Abnahme der Baumzahl wird auch bei der Betrachtung der mittleren Aufnahmezeit pro Baum deutlich (vgl. Abb. 13). Der höchste Zeitbedarf pro Baum wird in der Ringscheibe 2 benötigt. Hier liegt der mittlere Zeitbedarf pro Probebaum bei der einzelsegmentweisen Betrachtung bei 8,3 sec, bei der Drei-Segment-Stichprobe bei 6,7 sec. Die Ringscheibe 1 weist mit 7,9 sec bzw. 6,4 sec geringfügig niedrigere mittlere Zeitbedarfe auf, die im Innenkreis weiter absinkt (7,2 sec bzw. 5,8 sec).

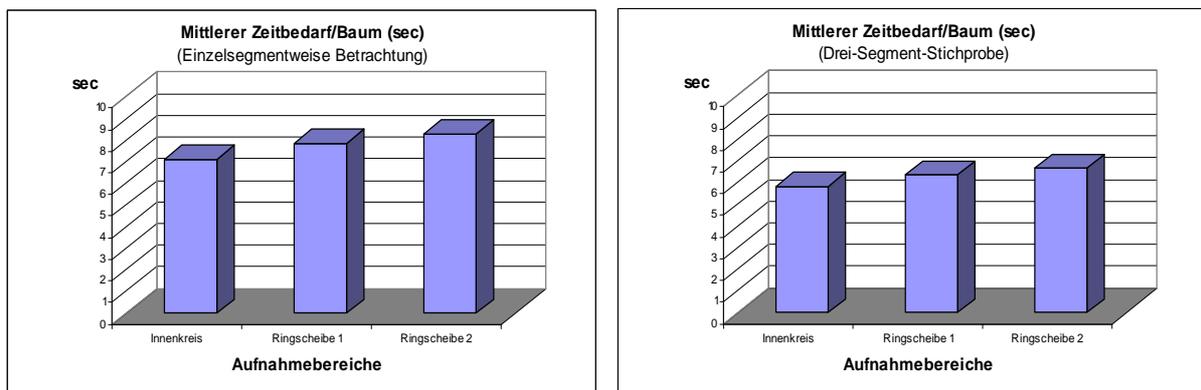


Abb. 13 Mittlerer Zeitbedarf pro Baum in Abhängigkeit der Aufnahmebereiche (Einzelsegmentweise Betrachtung und Drei-Segment-Stichprobe)

→ Bei einer ausschließlichen Betrachtung des Zeitbedarfs pro Aufnahmebereich erscheint die Verwendung der Ringscheibe 2 als das geeignete Verfahren (vgl. Abb. 11). Im direkten Vergleich der einzelsegmentweisen Betrachtung und der Drei-Segment-Stichprobe lassen sich über letztere günstigere mittlere Zeitbedarfe pro Probebaum erzielen (vgl. Abb. 13).

5.4 Optimierung

Ein Stichprobenverfahren lässt sich unter Einbeziehung der Ergebnisse einer Zeitstudie und der geschätzten Varianz der Population bzw. des Variationskoeffizienten hinsichtlich bestimmter Zielsetzungen optimieren. Eine denkbare Zielsetzung einer solchen Optimierung wären Inventurergebnisse mit einem möglichst geringen Fehler der Schätzung. Dieses kann im Allgemeinen mit einer Vergrößerung der Probeflächenanzahl erzielt werden. Je näher dabei eine Vollaufnahme erreicht wird, desto geringer wird der Fehler der Schätzung erwartet.

Eine andere Zielsetzung, die insbesondere bei der praktischen Anwendung in Forstbetrieben im Vordergrund steht, wäre eine möglichst kostengünstige Durchführung der Inventur, was im Allgemeinen nur durch ein möglichst wenig zeitintensives Verfahren zu erreichen ist.

Beide Zielsetzungen, der geringste mögliche Fehler der Schätzung auf der einen und der geringst mögliche zeitliche Aufwand der Aufnahme auf der anderen Seite, sind konkurrierend, sodass die Zielrichtung einer Optimierung in der idealen Kombination von notwendiger Genauigkeit und vertretbarem Zeitaufwand bestehen muss. Deshalb wird von den getesteten Varianten eines neuen Stichprobenkonzepts das mit dem auf den Zeitbedarf optimierten geringsten Fehler der Schätzung entwickelt.

Dieses führt über die gewünschte Irrtumswahrscheinlichkeit (α) und einen einzuhaltenden Schätzfehler "e" unter Einbeziehung der geschätzten Varianz der Population der getesteten Varianten (Innenkreis, Ringscheibe 1 und 2) zu einem bestimmten Stichprobenumfang "n". Das Produkt aus Stichprobenumfang und den mittleren Aufnahmezeiten der einzelnen Aufnahmebereiche führt zu dem aufnahmebereichsspezifischen Gesamtzeitaufwand. Im Ergebnis ist der optimale Aufnahmebereich derjenige mit dem geringsten Gesamtzeitaufwand bei gegebenem Schätzfehler.

Die Ausgangsgröße für die Herleitung des Stichprobenumfanges ist der Standard- oder Stichprobenfehler ($s_{\bar{p}}$) bzw. der Fehler von \bar{p} nach Formel (5) bzw. auch nach

$$s_{\bar{p}} = \frac{s_p}{\sqrt{n}}, \quad (19)$$

wobei s_p = Standardabweichung und
 n = Stichprobenumfang.

Ab einem Stichprobenumfang von $n = 30$ gibt der Schwankungsbereich des einfachen Standardfehlers um den aus der Stichprobe geschätzten Wert (\bar{p}) den Vertrauensbereich für den wahren Mittelwert mit einer Wahrscheinlichkeit von 68 % an. Das Komplement dieser Treffwahrscheinlichkeit wird als Irrtumswahrscheinlichkeit (α) bezeichnet.

Für eine höhere statistische Sicherheit kann der Standardfehler bei normalverteilten Stichproben mit einem Stichprobenumfang von $n \geq 30$ mit dem t-Wert multipliziert werden. Die jeweiligen t-Werte lassen sich für die gewünschten Vertrauensbereiche in Abhängigkeit von dem Stichprobenumfang und den Freiheitsgraden ($n - 1$) den statistischen Tabellen für die Signifikanzschranken der "Student-Verteilung" entnehmen. Dieses Produkt führt zu einem Vertrauensbereich von 95 % [$p - t_{n-1; 0,025} s_{\bar{p}}$; $p + t_{n-1; 0,025} s_{\bar{p}}$] und wird als Schätzfehler (e) bezeichnet. (Bei Stichprobenumfängen von $n \geq 30$ kann näherungsweise ein t-Wert von $t = 2$ angenommen werden.)

$$e = \frac{t * s_p}{\sqrt{n}} \text{ bzw.} \quad (20)$$

Durch Umformung erhält man den Stichprobenumfang (n)

$$n = \frac{t^2 * s_p^2}{e^2}, \quad (21)$$

wobei s_p^2 = Varianz der Population.

Im Fall der vorliegenden Untersuchung ist es notwendig, aufgrund der verschiedenen hohen Mittelwerte, anstatt der Varianz den Variationskoeffizienten zu verwenden (vgl. 5.1).

Dazu wird (20) mit $\frac{1}{\bar{p}} * 100$ erweitert.

$$\frac{e}{\bar{p}} * 100 = \frac{t * \frac{s_p}{\bar{p}} * 100}{\sqrt{n}} \text{ bzw.} \quad (22)$$

Mit (12) erhält man

$$e_{\%} = \frac{t * V_{\%}}{\sqrt{n}} \quad (23)$$

durch Umformung den Stichprobenumfang (n)

$$n = \frac{t^2 * V_{\%}^2}{e_{\%}^2} \quad (24)$$

Bei Berücksichtigung einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0,05$, einem Schätzfehler von 5 % und den Schätzwerten für den Variationskoeffizienten (vgl. Tab. 7 und 8) ergeben sich Stichprobenumfänge (vgl. Abb. 14 und Abb. 16), die multipliziert mit den mittleren Zeitbedarfen in den drei Aufnahmebereichen (vgl. Abb. 11) zu den in den Abbildung 15 und 17 dargestellten Gesamtzeitbedarfen führen. (Die entsprechenden Wertetabellen befinden sich im Anhang A.8).

Hierbei ist zu beachten, dass diese Werte sich im Rahmen der Verfahrensoptimierung zunächst auf eine Betrachtung der einzelnen Ringscheiben als Einzelstichprobenpunkte beziehen, um eine größere Stichprobenanzahl zur Verfügung zu stellen (siehe oben). In Kap. 5.4.1 erfolgt die Betrachtung der statistischen Kennwerte dann bezogen auf den empfohlenen Stichprobenaufbau mit drei kombinierten Ringscheiben (vgl. Abb. 3).

Für die Hainbuche werden aufgrund ihres geringen Anteils eine hohe Anzahl Stichproben und somit ein hoher Gesamtzeitaufwand notwendig.

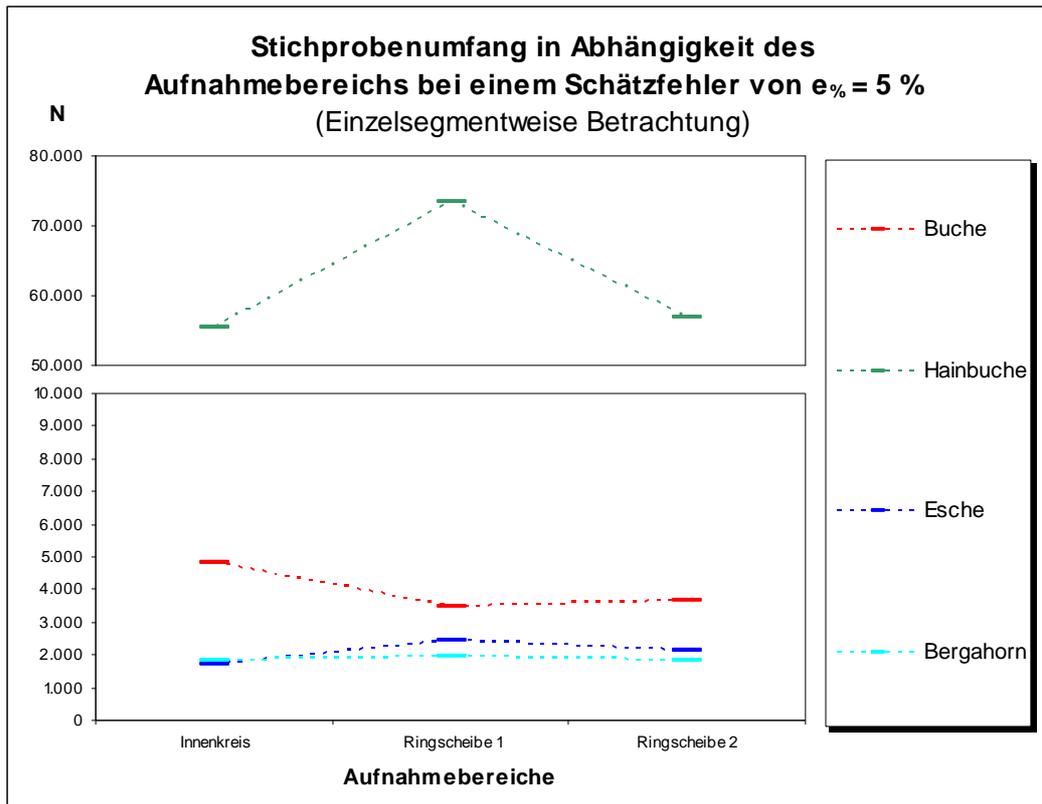


Abb. 14 Notwendige Stichprobenumfänge für die vier Baumarten in den Aufnahmebereichen bei einem Schätzfehler $e\% = 5\%$ (Einzelsegmentweise Betrachtung)

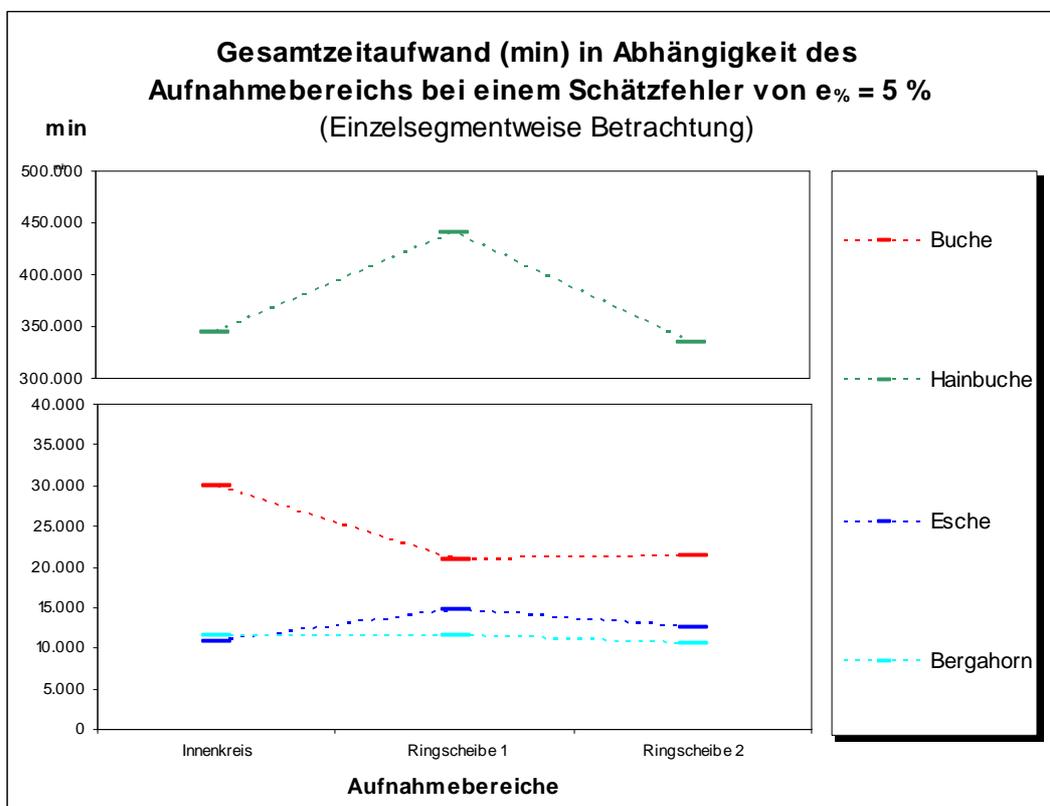


Abb. 15 Gesamtzeitaufwand für die vier Baumarten in den Aufnahmebereichen bei einem Schätzfehler $e\% = 5\%$ (Einzelsegmentweise Betrachtung)

Es wird erkennbar, dass bei Buche und Bergahorn der minimale Gesamtzeitaufwand bei Verwendung der Ringscheibe 2 erreicht werden kann, bei der Esche ist dies im Innenkreis gegeben. Mit Ausnahme der Hainbuche würden für einen Fehlerrahmen von nur 5 % Stichprobenumfänge von rd. 2.000 Stichproben bei Esche und Bergahorn bzw. rd. 3.600 Stichproben bei Buche notwendig. Dies würde zu einem Gesamtzeitaufwand von rd. 200 Std. bzw. rd. 360 Std. führen. Bei einem Fehlerrahmen von 10 % würde der notwendige Stichprobenumfang auf rd. 500 bzw. rd. 900 Stichproben sinken, bei einem Gesamtzeitaufwand von rd. 50 Std. bzw. 90 Std. (vgl. Anhang A.8).

Die Abbildung 16 und 17 stellen die notwendigen Stichprobenumfänge und den Gesamtzeitaufwand für die erhobenen Verbisskriterien dar.

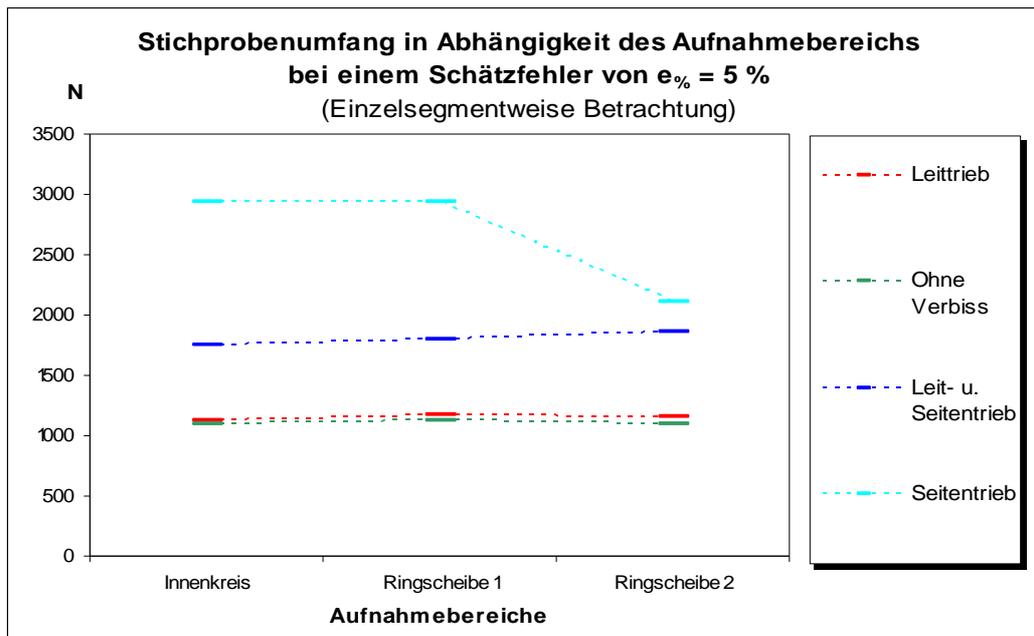


Abb. 16 Notwendige Stichprobenumfänge für die vier Aufnahmekriterien in den Aufnahmebereichen bei einem Schätzfehler $e_{\%} = 5\%$ (Einzelsegmentweise Betrachtung)

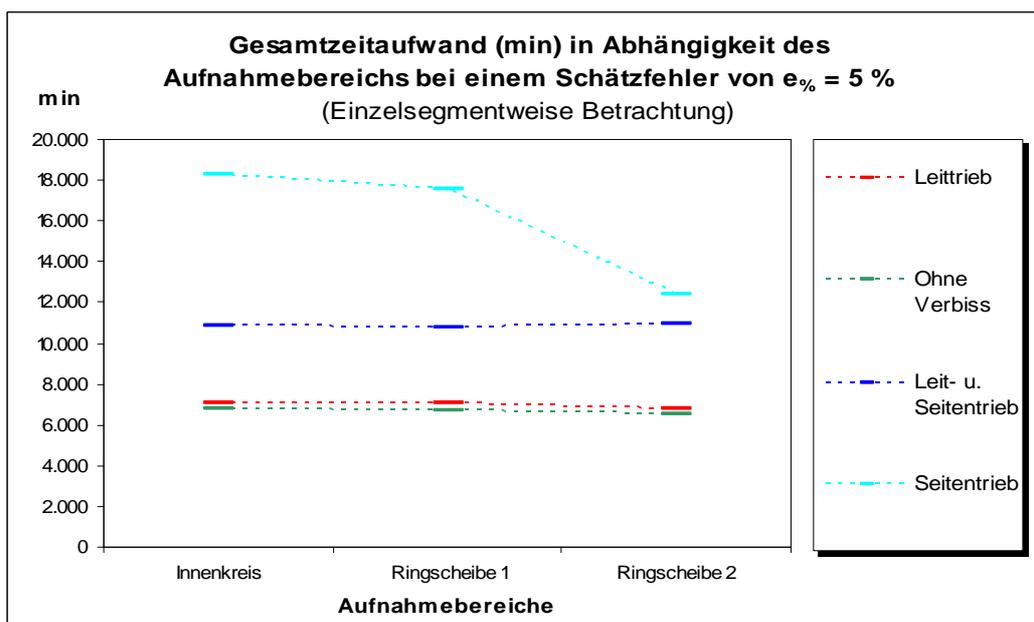


Abb. 17 Gesamtzeitaufwand für die vier Aufnahmekriterien in den Aufnahmebereichen bei einem Schätzfehler $e_{\%} = 5\%$ (Einzelsegmentweise Betrachtung)

Es wird erkennbar, dass, mit Ausnahme des Aufnahmekriterium "Leit- u. Seitentrieb", bei allen anderen Verbisskriterien der minimale Gesamtzeitaufwand bei Verwendung der Ringscheibe 2 erreicht werden kann.

Für die beiden Hauptkriterien "Leittriebverbiss" und "ohne Verbiss" wäre für einen Fehlerrahmen von nur 5 % ein Gesamtzeitbedarf von rd. 100 Std. bei einem Stichprobenumfang von rd. 1.000 Stichproben (Einzelsegmentweise Betrachtung) notwendig. Bei einem Fehlerrahmen von 10 % würde der notwendige Stichprobenumfang auf rd. 280 Stichproben bei einem Zeitaufwand von rd. 30 Std. sinken.

→ *Als optimales Verfahren kann für die einzelsegmentweise Betrachtung daher die Verwendung der Ringscheibe 2 empfohlen werden.*

5.4.1 Kombinierte Drei-Segment-Stichprobe

Die Verwendung der Ringscheibe 2 ist die optimale Probeflächenform für die Erhebung sowohl der Baumartenzusammensetzung als auch der Schädigungskriterien. Um Empfehlungen zur notwendigen Probepunktanzahl für zukünftige Inventuren mit dem kombinierten Drei-Segment-Stichprobe geben zu können, soll nun die einzelsegmentweise Betrachtung aufgegeben werden und jeweils die Ergebnisse der Süd-, Mitte- und Nordsegmente für den Innenkreis und die Ringscheiben 1 und 2 zusammengefasst werden. Es ergeben sich somit 66 Stichprobenpunkte. Die Wertetabellen befinden sich im Anhang A.9.

Die Abbildung 18 und 19 geben einen Überblick über die notwendige Stichprobenanzahl und den Gesamtzeitaufwand bei einem Schätzfehler von 5 % für die Erhebung der Baumartenverteilung. Anhang 5.12 stellt die Inventurergebnisse unter ausschließlicher Berücksichtigung der Ringscheibe 2 dar.

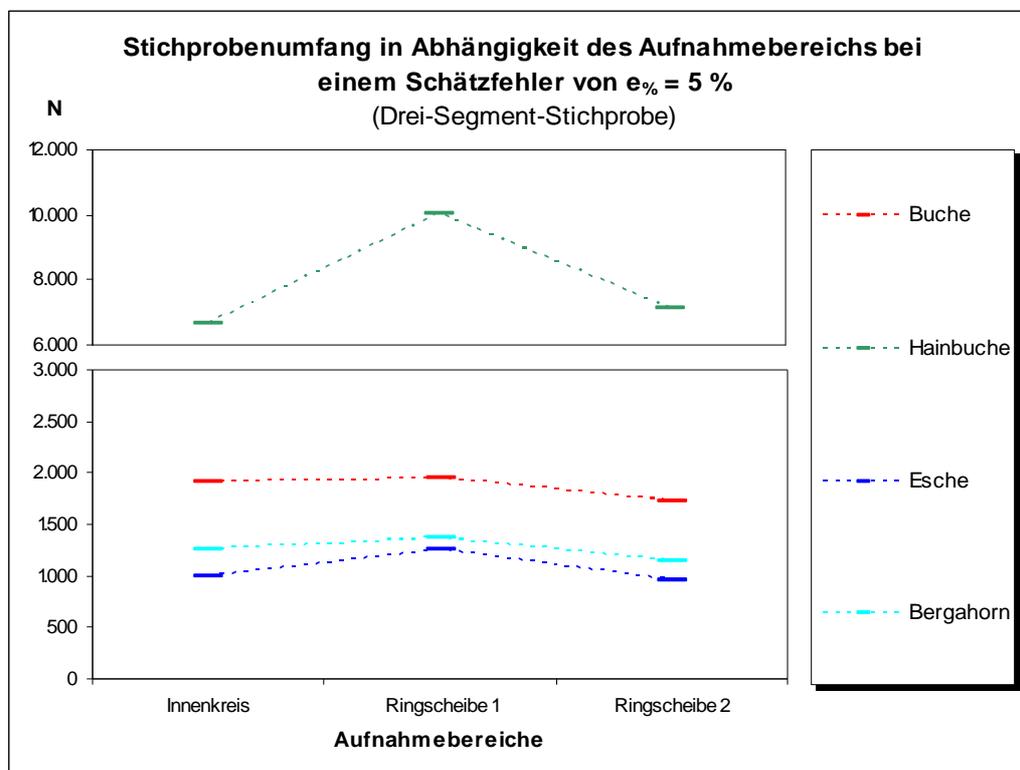


Abb. 18 Notwendige Stichprobenumfänge für die vier Baumarten in den Aufnahmebereichen bei einem Schätzfehler $e\% = 5\%$ (Drei-Segment-Stichprobe)

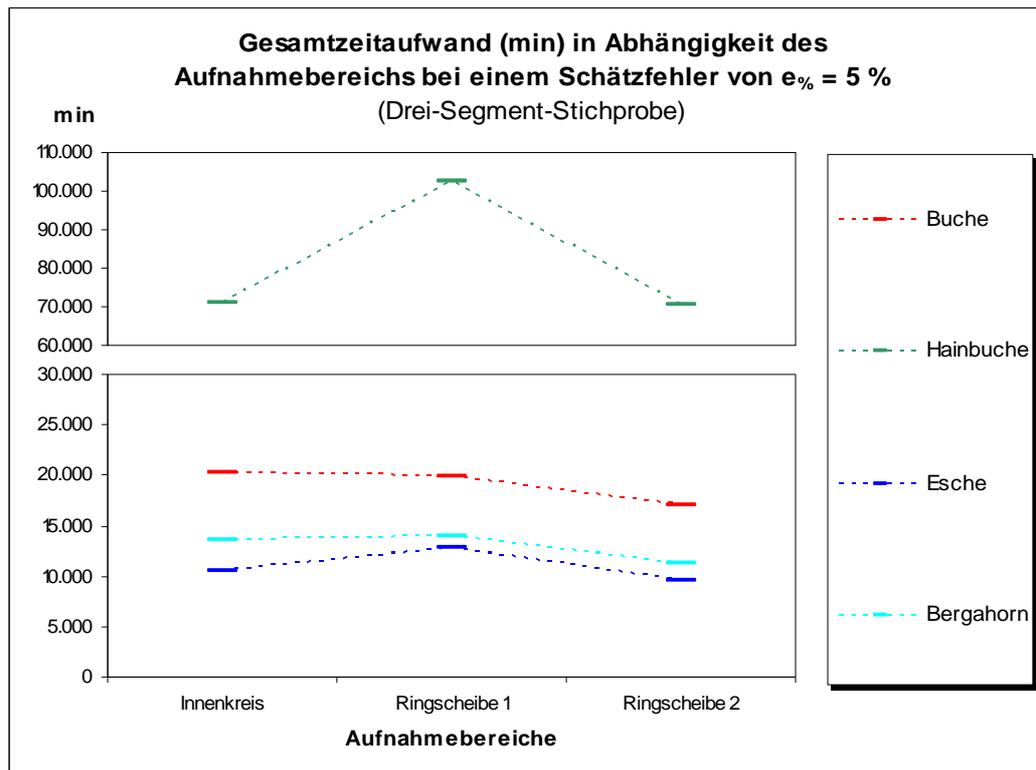


Abb. 19 Gesamtzeitaufwand für die vier Baumarten in den Aufnahmebereichen bei einem Schätzfehler $e\% = 5\%$ (Drei-Segment-Stichprobe)



Es wird deutlich, dass für Verjüngungsinventuren mit einem angestrebten Fehlerrahmen von 5 % um die 1.500 Stichprobenpunkte realisiert werden sollten (Ringscheibe 2). Dieses würde einem Zeitaufwand von rd. 200 Std. entsprechen.

Die Abbildungen 20 und 21 geben einen Überblick über die notwendige Stichprobenanzahl und den Gesamtzeitaufwand bei einem Schätzfehler von 5 % für die Erhebung der Verbisskriterien über die Drei-Segment-Stichprobe.

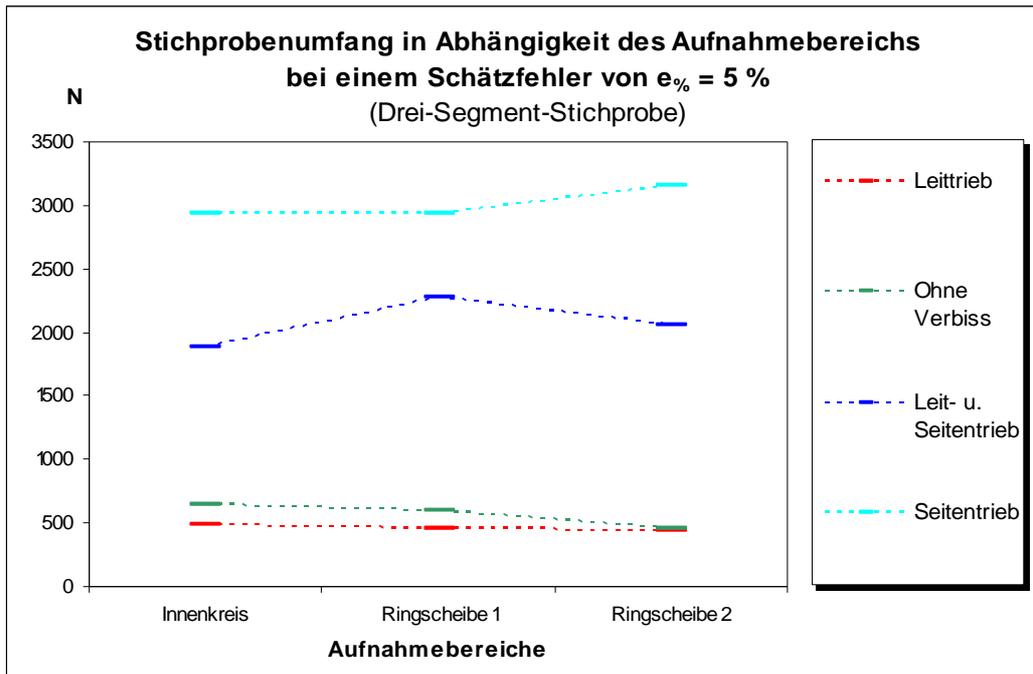


Abb. 20 Notwendige Stichprobenumfänge für die vier Aufnahmekriterien in den Aufnahmebereichen bei einem Schätzfehler $e_{\%} = 5\%$ (Drei-Segment-Stichprobe)

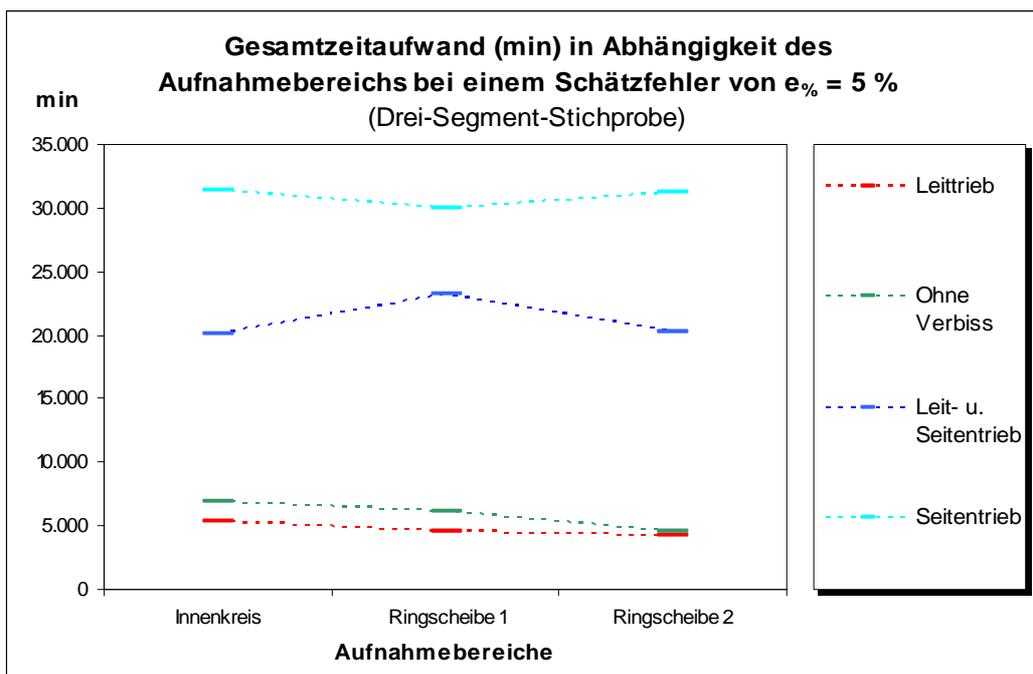


Abb. 21 Gesamtzeitaufwand für die vier Aufnahmekriterien in den Aufnahmebereichen bei einem Schätzfehler $e_{\%} = 5\%$ (Drei-Segment-Stichprobe)



Für Verbissinventuren mit einem Fehlerrahmen von 5 % werden bei Verwendung der Ringscheibe 2 rd. 450 Stichprobenpunkte benötigt. Dieses würde einen reinen Zeitaufwandaufwand von rd. 75 Std. bedeuten.

5.4.2 Fazit

Die geometrische Form der Ringscheibe erweist sich gegenüber dem Probekreis im Rahmen der terrestrischen Inventur als vorteilhaft. Sie erlaubt subjektiv einen besseren Arbeitsfortschritt, der objektiv in geringeren Aufnahmezeiten deutlich wird. Dabei sind keine Auswirkungen auf die statistische Streuung zu erkennen. Bei einem gewählten Schätzfehler "e" führt dies für die Ringscheibe 2 zu den niedrigsten Probepunktzahlen sowohl bei der einzelsegmentweisen Nutzung der Ringscheibe als auch in der Kombination von drei Ringscheiben. Im Vergleich dieser beiden Varianten erfordert die kombinierte Stichprobe aus drei Segmenten die geringste Probepunktzahl und führt damit auch zu den günstigsten Zeitbedarfswerten (vgl. Abb. 17 und Abb. 21).

5.5 Beschreibung des optimierten Verfahrens

Als Ergebnis des Optimierungsverfahrens wird ein **kombiniertes Ringscheibenverfahren** für Inventuren in Verjüngungsbeständen empfohlen. Dabei wird der Aufnahmebereich s durch eine Ringscheibe, die durch die Radien 2,52 m bis 3,09 m um einen Mittelpunkt begrenzt werden, definiert und bildet eine Aufnahmefläche von 10 m². Die Mittelpunkte der drei Ringscheiben liegen in einem Abstand von 20 m zueinander entlang einer ideellen, nord-süd-orientierten Geraden und bilden **einen** Stichprobenpunkt. Abbildung 22 gibt einen Überblick über den Aufbau eines Stichprobenpunktes, der sich damit an das Stichprobendesign des Inventurkonzepts zur Erhebung von Schälschäden anlehnt (TRISL 1998a).

Der im Rahmen der vorliegenden Untersuchung zur Abgrenzung der Ringscheibe verwendete Messstock kann ggf. auch durch einen einfachen Holzstab mit einer Aufnahmeschnur ersetzt werden (vgl. 3.2.3.2).

Bei einigen bisher praktizierten Stichprobenverfahren ergeht in sehr stammzahlreichen Verjüngungsbeständen häufig die Empfehlung, bei nicht mehr praktikabel zu erfassenden Probebaumzahlen die Aufnahmeflächen zu reduzieren, in dem nur noch Halb- oder Viertelkreise bzw. Teiltranssekte (vgl. 2.1.3, 2.1.5, 2.1.9) aufgenommen werden. Die so erhobenen Merkmale müssen im Rahmen der Datenauswertung dann entsprechend der Reduktion wieder vervielfacht werden. Dies ist zum einen aus mathematisch-statistischer Sicht problematisch, da dadurch die Fehlerrahmen der Schätzung beeinflusst werden können. Zum anderen ist die Aufnahmeflächenreduktion im Rahmen der terrestrischen Inventur häufig nur nach subjektiven Kriterien möglich. Dabei kann es nicht ausgeschlossen werden, dass der dann im Rahmen der Aufnahme ausgeblendete Flächenausschnitt in Zusammensetzung und Schädigung der Verjüngung von dem Aufgenommenen abweicht, was insbesondere bei unterschiedlichen Belichtungsverhältnissen oder Konkurrenzsituationen zu herrschenden Bäumen des Hauptbestandes bedingt sein kann. Eine Reduktion sollte, wenn notwendig, daher nur einheitlich und nach demselben Schema für **alle** Probepunkte einer Inventur erfolgen.

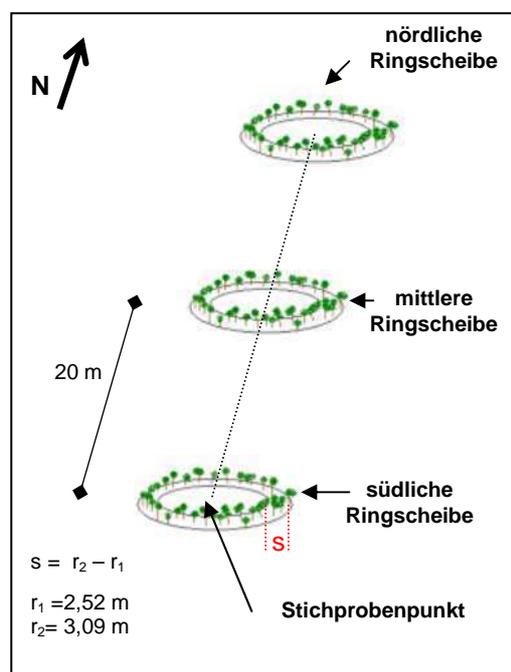


Abb. 22 Aufbau eines Verbissinventur-Stichprobenpunktes

Durch die Verwendung einer Ringscheibe wird nun die Anzahl der aufzunehmenden Probebäume in gewisser Weise "automatisch" reduziert (vgl. Abb. 12), da häufig nicht der Kernbereich eines Verjüngungshorstes in die Stichprobe eingeht, sondern dieser durch Verwendung der Ringscheibe nur angeschnitten wird. Die Notwendigkeit zur Reduktion des Probekreises auf einen Halb- bzw. Viertelkreis aufgrund zu hoher, nicht mehr praktikabel zu erfassender Probebaumzahlen, ist vielfach nicht mehr gegeben.

Besteht in sehr stammzahlreichen Verjüngungsbereichen dennoch die Gefahr, im Rahmen der Inventur zu unpraktikabel hohen Pflanzenzahlen zu kommen, sollte eine Verringerung der Ringscheibenfläche nicht durch eine Halbierung oder Viertelung der Ringscheibe erfolgen, sondern durch eine Reduktion des Aufnahmebereichs durch Verkürzung der Radiusstrecke s . Bei Betrachtung des Aufnahmebereichs s zwischen den Radien von z. B. 2,82 m bis 3,09 m reduziert sich die Aufnahmefläche der Ringscheibe von 10 m² auf 5 m². Dennoch wird weiterhin ein repräsentativer Ausschnitt des Verjüngungshorstes durch die vollständige Aufnahme einer Ringscheibe erfasst. Gegebenfalls vorhandene kleinflächige standörtliche Effekte, die die Zusammensetzung und den Zustand der Verjüngung beeinflussen könnten, werden so weiterhin repräsentativ berücksichtigt. Die Möglichkeit einer subjektiven Einflussnahme ist zudem nahezu ausgeschlossen.

In Anhang A.4.2 ist beispielhaft ein Aufnahmebogen (für das Südsegment) zur Datenerfassung über das kombinierte Ringscheibenverfahren eingefügt.

5.6 Überführung des Betriebsinventurkonzepts auf Bestandesinventuren

Das unter 5.5 beschriebene Verfahren dient der Bonitierung der Verjüngungsverhältnisse und der Verbissituation auf der Ebene von Forstbetrieben. Häufig wird es jedoch notwendig, vertiefende Informationen für bestimmte Bestände zu erhalten, bzw. von Anfang an ausschließlich Einzelbestände zu bonitieren. Die Ergebnisse der Betriebsinventur können dann zunächst als Überblick über die verbissgefährdeten Bestände dienen, um in einem zweiten Schritt über Bestandesinventuren spezifischer betrachtet zu werden. Dies ist insbesondere im Rahmen der monetären Bewertung von Wildschäden ein wichtiger Aspekt (vgl. TRISL 2001a, TRISL 2004a).

Aufgrund des kombinierten Stichprobendesigns ist dies einfach und praxisnah möglich. Dabei werden die einzelnen Ringscheiben der Stichprobenpunkte der Betriebsinventur unter Auflösung des Liniennetzes zu Einzelstichproben der Bestandesinventur, die durch weitere Stichprobenpunkte in Form von einzelnen Ringscheiben verdichtet werden. Bei dieser systematischen Verdichtung ist die nord-süd-orientierte Rasterweite durch den Abstand der Ringscheiben eines Betriebsinventurpunktes (20 m) festgelegt (vgl. Abb. 22). Der Abstand der Knotenpunkte in der West-Ost-Richtung wird durch die notwendige Anzahl Probepunkte bestimmt und lässt sich nach (25) berechnen.

$$a_{West-Ost} = \frac{F[m^2]}{n} * \frac{1}{20m} \quad (25)$$

wobei F = Fläche der Befundeinheit
 n = benötigter Stichprobenumfang
 $a_{West-Ost}$ = Knotenabstand des systematischen Rasternetzes in West-Ost-Orientierung.

Bestandesinventuren können bereits zusammen mit der Betriebsinventur durchgeführt werden, aber auch im Nachgang einer Betriebsinventur nach Analyse der Ergebnisse bzw. auf Hinweis der Durchführenden angezeigt sein.

Abbildung 23 zeigt als Ausschnitt des Anhangs A.1 die Abt. 1b mit den Punkten der Betriebsinventur (grün und rot) und den Verdichtungspunkten der Bestandesinventur (blau). (Die grünen Punkte stellen realisierte Stichprobenpunkte dar, im Bereich der roten Punkte war keine Verjüngung zu finden.) Die Rasterweite liegt somit bei 100 m * 20 m. Aus den 14 realisierten Betriebsinventurpunkten (grün) ergeben sich 93 (projektierte) Bestandesinventurpunkte (grün und blau).

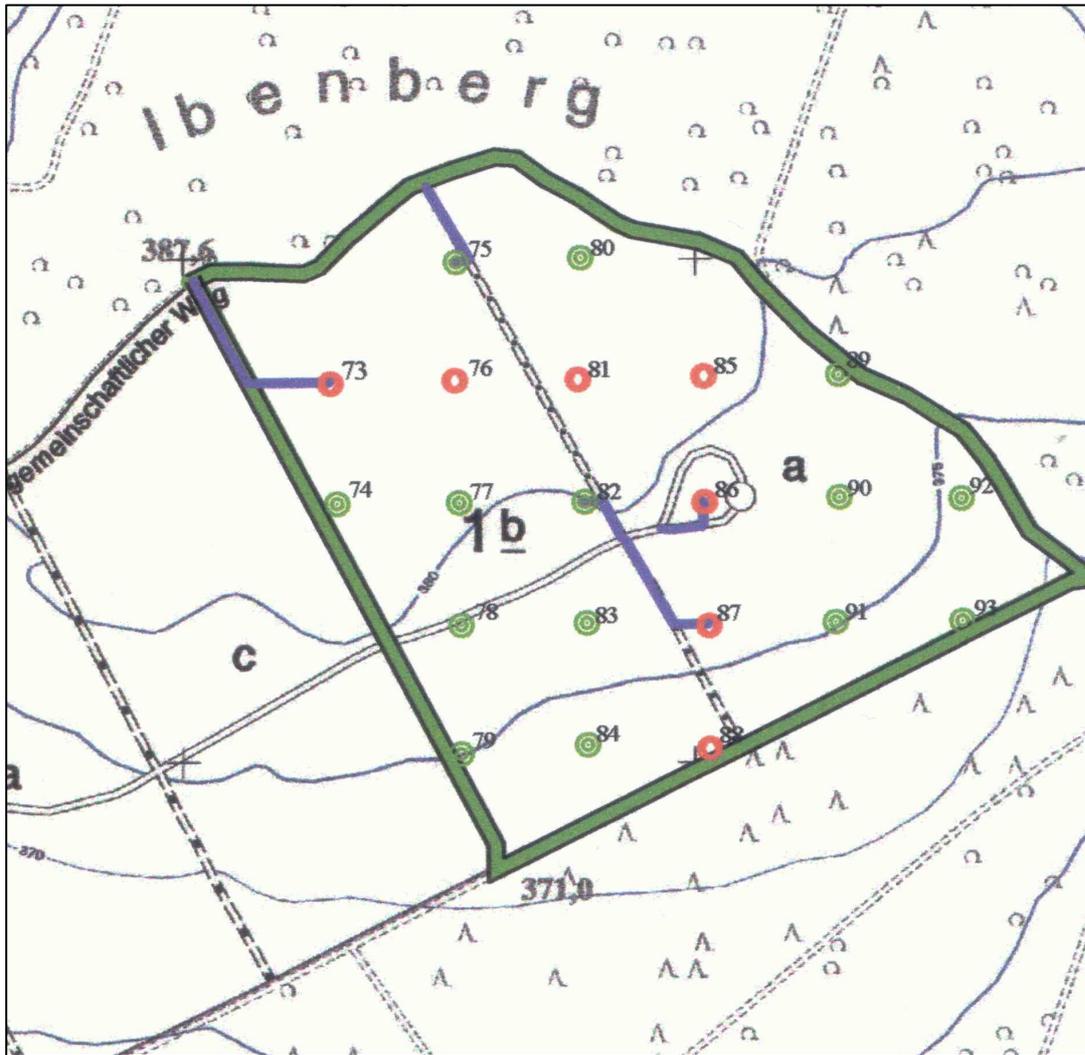


Abb. 23 Überführung Betriebsinventur in eine Bestandesinventur

5.7 Zusammenführung von Verbiss- und Schälsschadeninventur zu einem integrierten Wildschadensmonitoringsystem

Mit dem beschriebenen Verjüngungs- und Verbissinventurverfahren sowie dem bereits vorgestellten Schälsschadeninventurverfahren (TRISL 1998a) liegen nun zwei in ihrem Aufbau verwandte Stichprobenverfahren vor, die einzeln und auch in Kombination im Sinne eines Monitoringsystems genutzt werden können.

So können, ausgehend von einem über einen Forstbetrieb oder Nationalpark liegenden Basisrasternetz, je nach der am Stichprobenpunkt vorhandenen naturräumlichen Ausstattung und Inventurfragestellung, spezifische Stichprobenpunkte zur Verjüngungs- und Verbissinventur bzw. zur Erhebung der Schälsschadenbelastung installiert werden. In den Verjüngungsbereichen kommt das kombinierte Ringscheibenverfahren zur Anwendung, in den schälgefährdeten Alterstufen die segmentierte N-Baum-Stichprobe.

Insbesondere bei kleinflächig strukturierten Beständen mit fließendem Übergang von Verjüngungsstadien in Stangenhölzer bzw. plenterwaldartigen Beständen mit einer vertikalen Strukturierung ist es denkbar, auch beide Stichprobenverfahren an einem Stichprobenpunkt zu kombinieren. Dieses kann in segmentweiser Trennung erfolgen (vgl. Abb. 24), aber auch dazu führen, dass beide Verfahren im selben Segment parallel durchgeführt werden (vgl. Abb. 25).

Durch die Segmentierung ist es darüber hinaus problemlos möglich, auch ein Netz von Weisergattern in das Monitoringsystem zu integrieren, in dem z. B. eines der eingerichteten Segmente mit einem Kleingatter versehen wird. Abbildung 26 verdeutlicht dies schematisch.

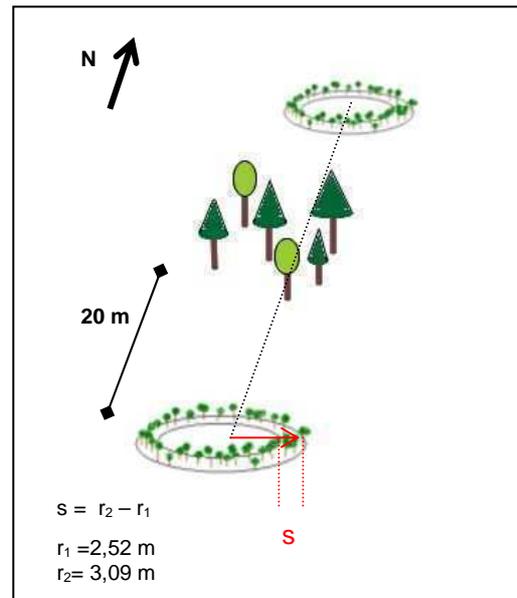


Abb. 24 Aufbau eines kombinierten Verbiss- und Schälsschadeninventur-Stichprobenpunktes

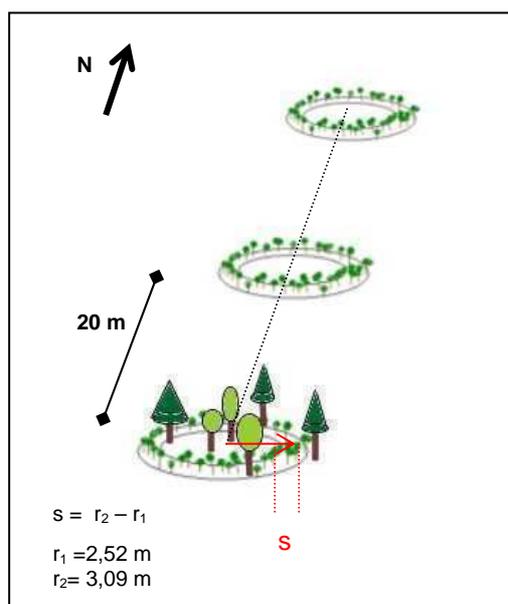


Abb. 25 Aufbau eines kombinierten Verbiss- und Schälsschadeninventur-Stichprobenpunktes

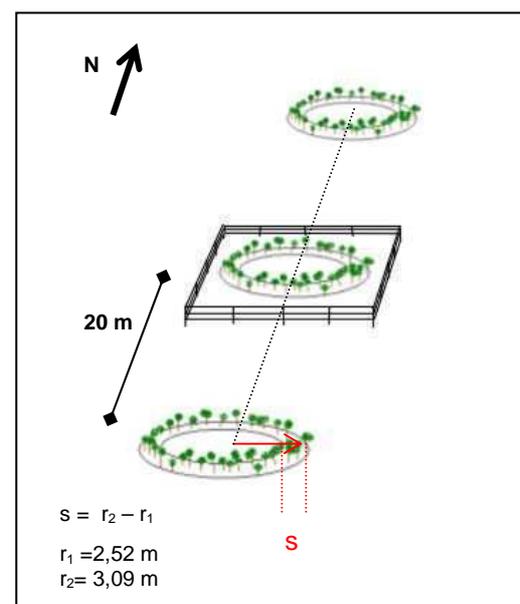


Abb. 26 Aufbau eines Verbissinventur-Stichprobenpunktes mit Weisergatter

Durch diese Zusammenführung liegt ein vielseitiges und flexibles, weil offenes und erweiterbares Inventurkonzept auf Basis permanenter Stichproben vor, welches Ergebnisse mit definierten statistischen Fehlerrahmen liefert.

Insbesondere für die Dokumentation der naturräumlichen Ausstattung und die Entwicklung von Nationalparkflächen steht damit ein Kontrollinstrumentarium zur Verfügung, das diese Daten periodisch in einem vertretbaren Zeit- und somit Kostenrahmen zur Verfügung zu stellen vermag.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung fanden im Jahr 2008 Eingang in die Entwicklung und Konzeptionierung der "Anweisung zur terrestrischen Datenerhebung für das Kulturqualitätsmanagement im Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt (Sachsen-Anhalt 2008)". Im Anhang A. 10 wird dieses Konzept beschrieben.

5.8 Kulturqualitätsmanagement (Sachsen-Anhalt 2008)

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie fanden im Jahr 2008 Eingang in den Aufbau des Kulturqualitätsmanagements des Landesforstbetriebs Sachsen-Anhalt (vgl. Anhang 10).

Dabei wurde die Ringscheibe Teil eines gleichseitigen Aufnahmenetzes, über das die Datenaufnahmepunkte über die aufzunehmenden Bestände positioniert wurden.

6 Diskussion

Zielsetzung der vorliegenden Untersuchung ist die Entwicklung und Erprobung eines geeigneten Verfahrens zur Erhebung der Verjüngungszusammensetzung und der Schäden durch biotische Einflüsse. Ausgehend von den bisher praktizierten gängigen Verfahren wie den Lientaxations- und Traktverfahren, Probeflächenverfahren und systematischen Vergleichsflächenverfahren wird, auch vor dem Hintergrund der Anforderungen einer betriebswirtschaftlichen Bewertung der auftretenden Schäden, ein neuartiges Inventurkonzept vorgestellt.

In den zukünftig verstärkt anzutreffenden natürlichen Verjüngungsbeständen stellt sich das Merkmal "Verjüngung" in inhomogener Verteilung dar. Es wechseln, infolge der Zielstärkenutzung der Altbestände, häufig verjüngte Bereiche mit Bereichen ohne Verjüngung ab. Die verjüngten Partien variieren zudem vielfach in ihrer Höhendifferenzierung als auch in der Baumartenzusammensetzung. Ein Grund hierfür liegt in dem Ablauf der Verjüngungsentwicklung. So verjüngen sich z. B. Buchen-Edellaubholzbestände häufig sehr inhomogen. Nach ersten Auflichtungen findet sich sehr schnell und stammzahlreich Esche und Bergahorn ein. In den dunkleren Bereichen tritt dann eher die Buche stammzahlreicher auf. Mit zunehmendem Alter werden jedoch auch die Lichtbaumartenvorwüchse stärker mit Buche und Hainbuche durchsetzt. Diese Baumarten erlangen im weiteren Verlauf dann deutlichere Anteile an der Verjüngung, wenn auch zunächst in den unteren Größenklassen, es entstehen höhengestufte Verjüngungskomplexe. Diese Veränderung wird mit dem sich im Laufe der Zeit wieder stärker schließenden Kronendach des Altbestandes verstärkt, die die Schattbaumarten in Konkurrenz zu den Lichtbaumarten weiter fördert. Dazu stehen Art und Höhe des Verbisses in Abhängigkeit.

Zentrales Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Entwicklung eines Verfahrens, das diese Gegebenheiten mathematisch-statistisch exakt erfasst und dabei die spezifische Verteilung der Verjüngungshorste im Bestand einerseits sowie die Zusammensetzung dieser andererseits optimal berücksichtigt. Dieses kann durch eine segmentierte Probeflächenform erreicht werden. Eine varianzanalytische Betrachtung unterschiedlicher Flächenformen identischer Größe zeigt, dass die Ringscheibe, und hier die äußerste Ringscheibe im vorgestellten Verfahrensgang gegenüber einem Probekreis identischer Größe Vorteile bietet.

So ermöglicht sie die Realisierung des geringsten Gesamtaufwands. Zudem lassen sich, trotz einer geringeren Baumzahl pro Aufnahmefläche zum Teil kleinere, zumindest aber gleiche statistische Streuung- bzw. Fehlerrahmen als auf dem Innenkreis realisieren.

Die höhenspezifische Erfassung der Verjüngung berücksichtigt die vertikale Strukturierung dieser Bestände und bietet im Rahmen von jährlichen Folgeinventuren die Möglichkeit, das unterschiedliche Wuchspotential verschiedener Baumarten eines Verjüngungsbestandes zu beobachten.

Durch die Segmentierung in Form der Nutzung von drei getrennt positionierten Kreisringen am Stichprobenpunkt kann diese Inhomogenität der Verteilung sowie des Aufbaus der Verjüngungskomplexe praktikabler und mit geringeren mathematisch-statistischen Fehlerrahmen erfasst werden. Die varianzanalytische Untersuchung zeigte weiter, dass zur Realisierung von einem Fehlerrahmen von 5 % insbesondere bei einer Schätzung der Baumartenanteile, sehr hohe Stichprobenumfänge notwendig sind.

Dies lässt für die bisher praktizierten Stichprobenverfahren, die zum Teil deutlich geringere Baumzahlen pro Stichprobenpunkt berücksichtigen (vgl. Kap. 2), vermuten, dass die Fehlerrahmen hier wesentlich höher liegen. Somit müsste die Anzahl notwendiger Stichproben zur Realisierung vergleichbarer Fehlerrahmen deutlich über denen des kombinierten Ringscheibenverfahrens liegen.

Weiter erscheint das vorgestellte Verfahren einfacher und kostengünstiger in der Durchführung, da die Wegstrecken aufgrund des gewählten Stichprobendesign im Gegensatz zu dem Trakt- und Transsektverfahren minimiert sind und aufwendige Grundinstallationen wie z. B. bei dem systematischen Vergleichsflächenverfahren unterbleiben können. Insbesondere in Nationalparks ist so eine naturferne "Möblierung" der Flächen mit Weisergattern entbehrlich.

Durch die erstmalige Verwendung einer Ringscheibe als Probestflächenform können insbesondere in stammzahlreichen Verjüngungen die häufig sehr großen Pflanzenzahlen in der Stichprobe unter Minimierung der subjektiven Einflussnahme durch den Aufnehmenden vermieden werden. Mit dem vorgestellten Verfahren besteht die Möglichkeit, über ein Verfahren die Art, Verteilung und den Umfang der Verjüngung zu erfassen und die biotischen Schadeinwirkungen zu bewerten.

Aufgrund des vergleichbaren Stichprobendesigns lassen sich das Verjüngungs- und Verbissinventurkonzept mit dem segmentierten Schälsschadeninventurkonzept optimal kombinieren und so zu einem integrierten Wildschadensmonitoringkonzept zusammen führen.

Damit steht ein effektives Verfahren zur Verfügung, um den Realisierungsgrad der waldbaulichen Zielsetzungen zu überprüfen und zu bewerten, der wiederum Rückschlüsse auf die weiteren waldbaulichen Behandlungen induziert. Dies ist sowohl auf Betriebsebene wie auch auf Bestandesebene möglich. Zuletzt können diese Daten die Grundlage zur monetären Bewertung der entstandenen Schäden bilden, die, anders als bei der Bewertung von Schäden durch Schäl, nicht losgelöst von den waldbaulichen Rahmenbedingungen und Zielsetzungen betrachtet werden sollten.

7 Zusammenfassung

Geleitet von dem 1998 vorgestellten segmentierten Stichprobenverfahren zur Erhebung von Schälschäden (Trisl 1998a) wird nach einer Literaturübersicht ein optimiertes Inventurkonzept zur Erhebung der Verjüngung und des Verbisses entwickelt.

Dieses neuartige Inventurkonzept beruht auf der Verwendung von drei kombinierten Ringscheiben als Probeflächen zur Erhebung der Zusammensetzung und der Schädigung von Verjüngungen. Dabei werden drei 10 m² Ringscheiben entlang einer ideellen Aufnahmegeraden in einem Abstand von 20 m zueinander positioniert. Die Probeflächenform führt im Vergleich zu gleichgroßen Probekreisen in der Tendenz zu geringeren Streuwerten der erhobenen Merkmale, damit zu geringeren Stichprobenumfängen und somit zu einem geringeren Zeitaufwand der Aufnahme bei gleichem statistischen Fehlerrahmen.

Darüber hinaus bietet das Verfahren die Möglichkeit, bei Inventuren in sehr stammzahlreichen Beständen, eine Reduktion der Probebaumanzahlen ohne subjektive Einflussnahme durch den Aufnehmenden.

Mit Aufnahme der drei Ringscheibensegmente ist zudem eine Adaption des Verfahrens von der Betriebsinventur auf eine Bestandesinventur möglich.

Durch das in seinem Aufbau dem Schälschadeninventurkonzept sehr ähnliche Verfahren ist eine Zusammenführung beider Konzepte zu einem integrierten Monitoringkonzept bis hin zu einer Kombination beider Verfahren an einem Probepunkt in z. B. stark gestuften Beständen praktikabel möglich.

8 Summary

Based on a segmented procedure of random sampling the peeling damage of trunks introduced in 1998 (Trisl 1998a) and discussing previous research literature, this survey presents an optimized methodology for collecting data on the regeneration and bite ratio of natural regeneration.

This new inventory concept utilizes three combined ring-disks as sample surfaces for collecting data on the composition and on the disruption of the regeneration process. Three 10 sqm. ring-disks are positioned in 20 m intervals along a straight line. Compared to sample circles equal in size, the chosen arrangement of the sample surface results in a smaller range of dispersion with regard to the relevant characteristics. Moreover, given an identical statistic error margin, smaller samples and less time for data collection are necessitated.

With regard to density natural regeneration this procedure provides the opportunity to reduce the amount of sample trees without subjective influencing on the sample process.

The three ring-disk method enables an adaptation of approved operating inventory procedures for population inventory purposes.

The similarity of the depicted method to approved survey methods for peeling damage allows for a combination of both concepts within an integrated monitoring concept. Even a combination of both procedures at one point of sample, e.g. in population of difference size, can easily be obtained.

9 Literaturverzeichnis (inkl. unveröffentlichter Gutachten)

Verwendete Abkürzungen:

AFJZ	: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M.
AFZ	: Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald, BLV Verlagsgesellschaft, München.
Cbl. ges. Forstwesen	: Centralblatt für das gesamte Forstwesen. Österreichischer Agrarverlag, Wien, München.
FA	: Forstarchiv, Verlag M.&Schaper, Alfeld und Hannover.
FuH	: Forst und Holz, Verlag M.&Schaper, Alfeld und Hannover.
FwCbl.	: Forstwissenschaftliches Centralblatt, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
Nds. Jäger	: Niedersächsischer Jäger, Landbuch Verlag, Hannover.
Nds. Mbl.	: Niedersächsisches Ministerialblatt.
WuH	: Wild und Hund, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
Z. f. Jagdwiss.	: Zeitschrift für Jagdwissenschaft, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

AKÇA, A., 2001: Waldinventur. J.D. Sauerländer's Verlag Frankfurt a. M., 1. Aufl., 193 S.

AKÇA, A. u. TRISL, O., 1996: Entwicklung eines optimalen Stichprobenverfahrens zur langfristigen Beobachtung der Schältschadensentwicklung. Abschlußbericht „Schältschaden-Projekt“. Teil 1: Literatur- und Verfahrensübersicht zur Erhebung von Schältschäden, 40 S.; Teil 2: Verfahrensoptimierung, 61 S.; Teil 3: Aufnahmeanleitung, 45 S.; Teil 4: Ergebnisprotokoll der Schältschadeninventur 1996 im Staatlichen Forstamt Bad Driburg, 38 S.

AKÇA, A. u. TRISL, O., 1997: Entwicklung eines optimalen Stichprobenverfahrens zur langfristigen Beobachtung der Schältschadensentwicklung. Nachtrag zum Abschlußbericht „Schältschaden-Projekt“. Aufnahmeanweisung, 20 S.; Fotoschlüssel zur Altersklassifikation von Schältschäden an Fichte und Buche 28 S.; Ergebnisprotokoll der ersten Folgeinventur 1997 im Staatl. Forstamt Bad Driburg, 27 S.

ALDOUS, S., 1944: A deer browse survey method. J. Mammal. 25., S. 130 – 136.

Bayern, 1986: Auswertung der Verbißgutachten aus dem Jahre 1986. Interne Anweisung, Bayerische Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt, 22 S.

Bayern, 1998: Verbissinventurkonzept, 25 S. <http://www.lwf.uni-muenchen.de/veroef/veroef98/Vege98..> abgerufen 1998.

BÖCKMANN T., SABOROWSKI, J., DAHM, S., NAGEL, J. u. SPELLMANN, H., 1998: Die Weiterentwicklung der Betriebsinventur in Niedersachsen. FuH, 53. Jg., 8, S. 219-226.

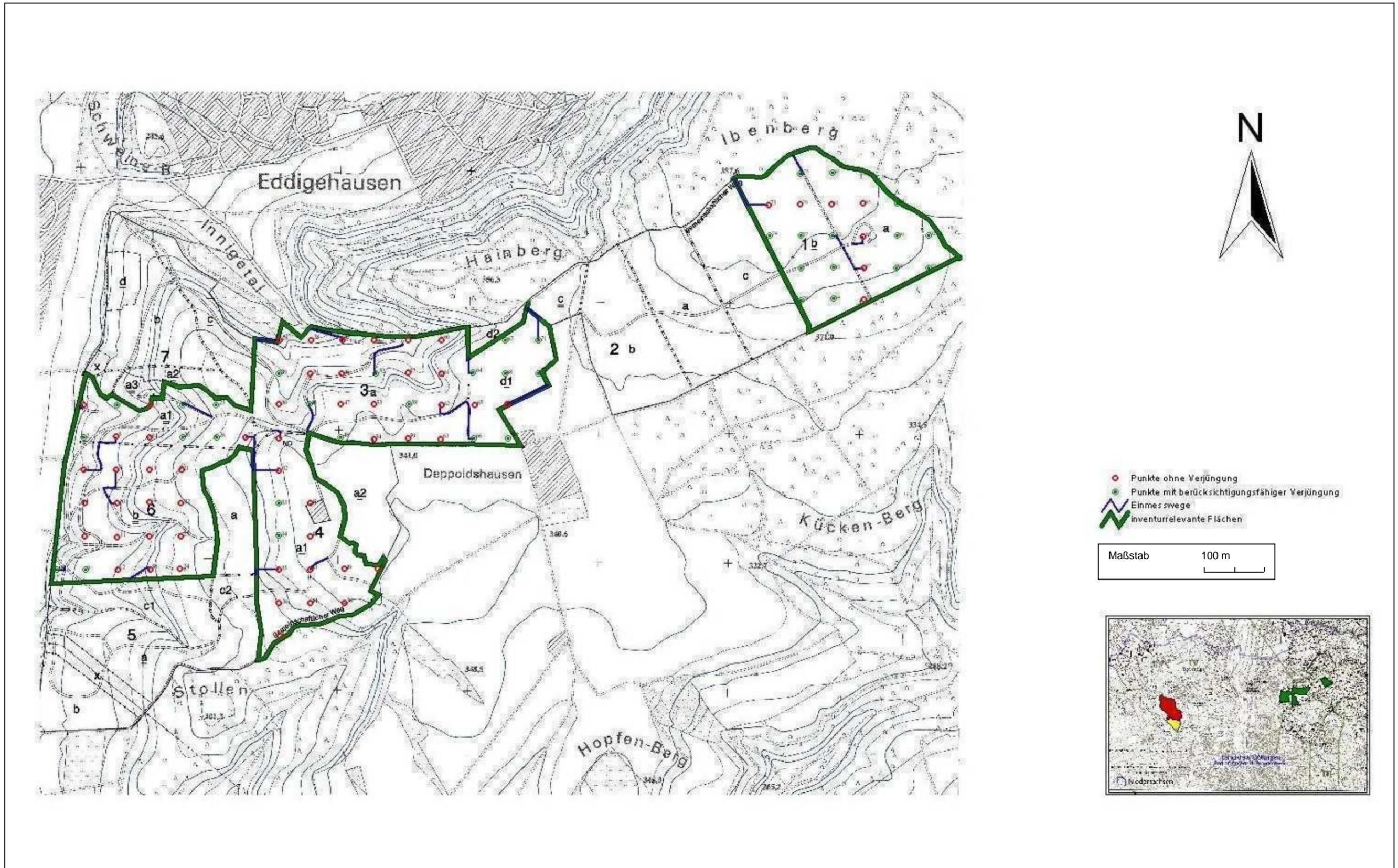
- BRANTZEN, M., 2002: Die Naturverjüngung der Wälder im Apuseni-Gebirge Rumäniens und ihre Beeinflussung durch die Waldweide. Diplomarbeit Fak. f. Forst- und Umweltwissenschaften d. Univ. Freiburg. Diplomarbeitsbericht, 8 S.
- BUBENIK, A., 1984: Ernährung, Verhalten und Tagesrhythmus der Futteraufnahme bei Reh- und Rotwild. BLV-Verlagsgesellschaft, 272 S.
- BUBENIK, A. u. LOCHMANN, J., 1956: Futterverbrauch und Tagesrhythmus der Futteraufnahme bei Reh- und Rotwild. Z. f. Jagdwiss. 4. Jg., S. 112-118.
- BURGHARDT, F. u. SUCHANT, R., 2003: Monetäre Bewertung von Wildverbiss in Naturverjüngungen. Bewertungsverfahren der Forstl. Versuchsanstalt Baden-Württemberg, 30 S.
- CLAUB, G. u. EBNER, H., 1982. Statistik. Verlag Harri Deutsch, Thun und Frankfurt a. M., 530 S.
- COCHRAN, W. G., 1977: Sampling techniques. Verlag Walter de Gruyter, Berlin, New York, 3. Aufl., 428 S.
- EIBERLE, K., 1979: Zur Ermittlung der Zuwachsraten bei Rehwild (*Capreolus capreolus* L.) mittels Feldbeobachtung. Z. f. Jagdwiss. 25. Jg., S. 9-21.
- EIBERLE, K. u. NIGG, H., 1983: Daten zur tragbaren Verbissbelastung bei der Fichte. Schweiz. Förster 119 (7/8), S. 368-382.
- EIBERLE, K. u. NIGG, H., 1987: Grundlagen zur Beurteilung des Wildverbisses im Gebirgswald. Schweizerische Z. f. Forstwesen 138 (9), S. 747-785.
- Hessen 1988: Richtlinien für die Hege und Bejagung des Rehwildes in Hessen. Staatsanzeiger für das Land Hessen, Nr. 18, S. 960 – 966.
- RUȘDEA, E., REIF, A., POVARA, I. u. KONOLD, W. (Hrsg.) (2004): Perspektiven für eine traditionelle Kulturlandschaft in Osteuropa. Ergebnisse eines inter- und transdisziplinären, partizipativen Forschungsprojektes in Osteuropa. Culterra 34. im Druck 400 S.
- FITSCHEN, J., 1987: Gehölzflora. Quelle und Meyer Verlag Heidelberg, Wiesbaden, A 23.
- Forschungsstelle für Jagdkunde und Wildschadensverhütung, 2006: Wildbestandsregulierung im Nationalpark Eifel; Monitoring 2005, 22 S.
- KARSTE, G., u. SCHUBERT, R., 1997: Sukzessionsuntersuchung zur Renaturierung subalpiner Mattenvegetation auf der Brockenkuppe (Nationalpark Hochharz). Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung, Vol. 36, S. 11-36.
- KARSTE, G., SCHUBERT, R., KISON, H.-U. u. WEGENER, U., 2000: Dauerflächenuntersuchungen zur Zustandserfassung des Bergfichtenwaldes am Brocken im Nationalpark Hochharz. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung, Vol. 39, S. 103-138.
- KARSTE, G., SCHUBERT, R. u. WEGENER, U., 2001: Vegetationsentwicklung nach Sanierung des Militärgeländes auf der Brockenkuppe im Nationalpark Hochharz. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung, Vol. 40, S. 29-57.
- KENNEL, E., 1988: Das Bayerische Stichprobenverfahren zur Erfassung der Verbißschäden durch Schalenwild. AFZ, S. 21-22.
- KLEINE, C., 2001: Mathematisch-statistische Inventurkonzepte als Grundlagen eines Habitatgutachtens - Am Beispiel eines Rotwildgebietes in der Eifel -. Diplomarbeit, Forstl. Fak. d. Univ. Göttingen, 66 S.

- KÖNIG, E., 1997: Einfluß des Rehwildverbisses auf die natürliche Verjüngung. AFZ, S. 320–323.
- KÖNIG, E. u. BAUMANN, B., 1990: Der Einfluß des Verbisses durch Rehwild auf die Naturverjüngung von Nadelwaldmischbeständen. AFJZ, 161. Jg., S. 170-176.
- KRAMER, H. u. AKÇA, A., 1995: Leitfaden zur Waldmeßlehre. J.D. Sauerländer's Verlag Frankfurt a. M., 3. Aufl., 266 S.
- KURTH, A. 1965: Neue Wege zur Verwirklichung des Kontrollgedankens in der Forsteinrichtung. AFZ, S. 1-4.
- LANZ, H., 2000: Monetäre Bewertung der Schälsschäden an Fichte in den Landesforsten des Niedersächsischen Harzes. Diplomarbeit, Fak. f. Forstw. u. Waldökol., Uni Göttingen, 88 S.
- MOOG, M. u. SCHALLER, M., 2002: Wildschadensbewertung im Wald – Ein Verfahren zur Bewertung von Verbisschäden unter Berücksichtigung der Dichte der unverbissenen Pflanzen. FA 73, S. 3-10.
- Mecklenburg-Vorpommern, 2010: Anleitung zur Durchführung der Inventur zum Zustand der Waldverjüngung in den Wäldern der Landesforst – Teil „Forstliches Verbissgutachten 2010“, 20 S.
- Nationalpark Bayerischer Wald, 1995: 25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald, 190 S.
- Nationalpark Hochharz, 2003: Gestaltung eines Verbiss-Kontrollverfahrens. Merkblatt Nationalpark Hochharz, 1 S.
- Nationalpark Kellerwald-Edersee. 2007: mündliche Mitteilung.
- Niedersachsen 1987: Annahmeanweisung zur Durchführung der Kontrollstichprobe. Nieders. Forstplanungsamt, 80 S.
- Niedersachsen 1998a: Aufnahmeanweisung zum Systematischen Kontrollzaunverfahren - NLP Harz. Nationalpark Harz, 14 S.
- Niedersachsen 1998b: Aufnahmeanweisung zur Schnelleinschätzung von Vegetation und Schalenwildeinfluss im Traktverfahren. Nationalpark Harz, 10 S.
- Niedersachsen 2001: Anweisung zur Betriebsinventur. Nieders. Forstplanungsamt, Wolfenbüttel, 88 S.
- ODERMATT, O., 1996: Zur Bewertung von Wildverbiss. Die "Methode Eiberle". Schweizerische Z. f. Forstwesen 147 (3), S. 177-199.
- PERKO, F., 1980: Methoden und erste Ergebnisse der Quantifizierung des Einflusses von Schalenwild auf die Waldvegetation. In: Wald und Wild, Wien, S. 111-161.
- PETERSEN, A., 1992: Schäl- und Verbißintensität durch Schalenwild in der staatl. Försterei Kranichsberg unter veränderten waldbaulichen und jagdlichen Rahmenbedingungen. Diplomarbeit Forstl. Fak. d. Univ. Göttingen, 69 S.
- PRIEN, S., 1997: Wildschäden im Wald. Paul Parey Buchverlag Berlin, 257 S.
- RAIMER, F. 2004: Monitoring-Verfahren zur Waldentwicklung und der Einfluss des Schalenwildes im Nationalpark Harz. FuH 7, S. 331-335.
- REIMOSER, F., 1986: Wechselwirkungen zwischen Waldstruktur, Rehwildverteilung und Rehwildbejagbarkeit in Abhängigkeit von der waldbaulichen Betriebsform. Diss. Univ. f. Bodenkultur, VWGÖ-Verlag, Wien, 318 S.

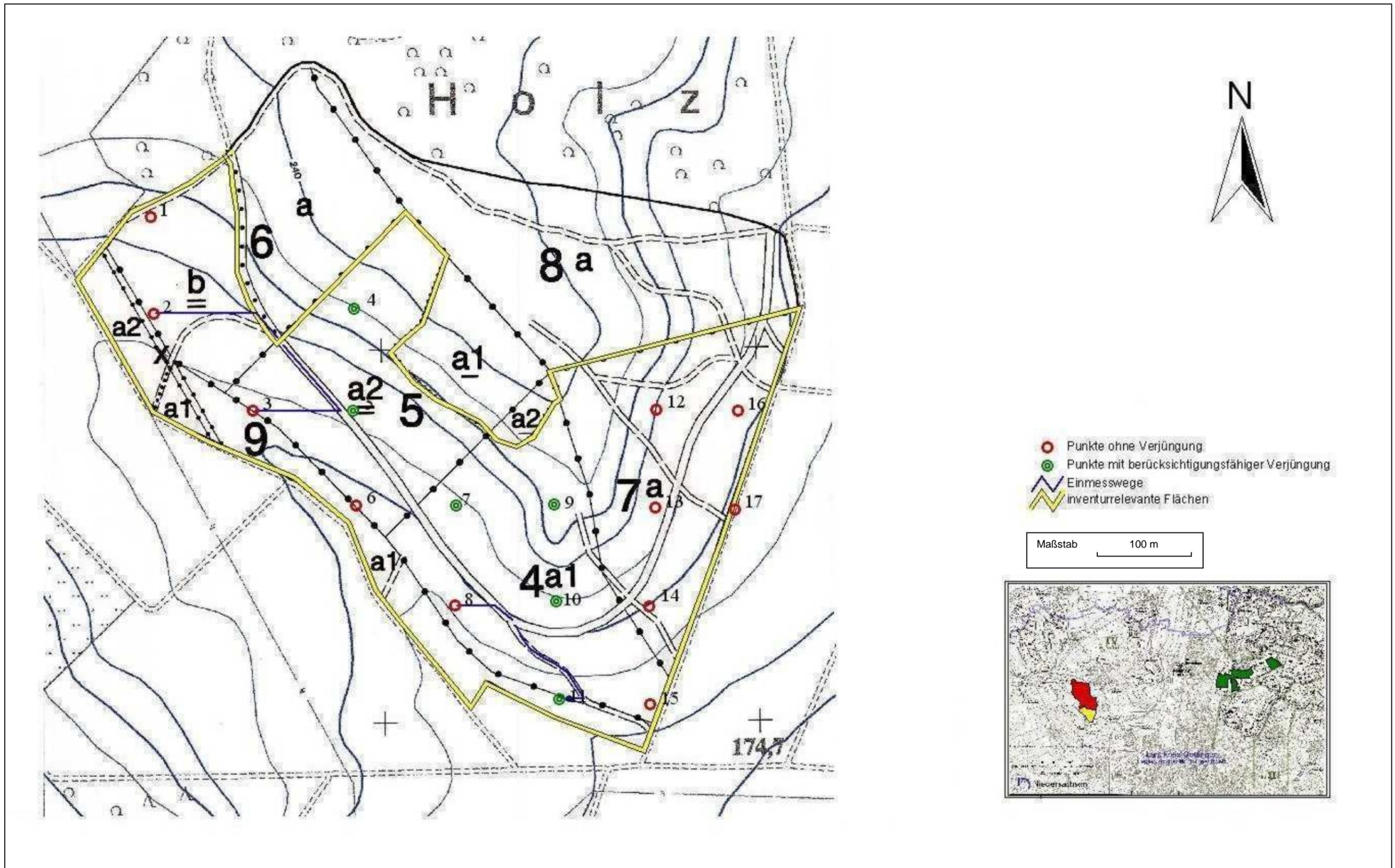
- REIMOSER, F. u. SUCHANT, R., 1992: Systematische Kontrollzäune zur Feststellung des Wildinflusses auf Waldvegetation. AFJZ., 163. Jg. S. 27-31.
- REIMOSER, F., ODERMATT, O., ROTH, R. u. SUCHANT, R., 1997: Die Beurteilung von Wildverbiß durch SOLL-IST-Vergleich. AFJZ., 168. Jg., S. 214-27.
- Rheinland-Pfalz, 1995: Anleitung zur Erhebung von Verbiß- und Schälsschäden als Grundlage eines Gutachtens zum Einfluß des Schalenwildes auf das waldbauliche Betriebsziel, Interne Anweisung, Ministerium f. Umwelt und Forsten, 12 S.
- ROEDER, A., BÜCKING, M. u. JOCHUM, M., 2001: Erfassung von Wildverbiss in Naturverjüngungen. AFZ, 12, S. 606-609.
- ROEHLE, H., 1997: Waldverjüngung und Wildverbiss. AFZ 6, S. 328-330.
- ROTH, R., 1995: Der Einfluß des Rehwildes auf die Naturverjüngung von Mischwäldern. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Heft 191, 117 S.
- RÜEGG, D. 2008: Verjüngungskontrolle – Methoden – Stichproben in Indikatorflächen. Verfahrensanweisung, 7 S.
- SABOROWSKI, J., 1990: Schätzung von Varianzen und Konfidenzintervallen aus mehrstufigen Stichproben. J.D. Sauerländer's Verlag Frankfurt a. M. (Schriften aus dem Forstl. Fachb. d. Univ. Göttingen und der Niedersächsischen Versuchsanstalt, Bd. 99), 135 S.
- SABOROWSKI, J., 1992: Ein Diskussionsbeitrag zum Thema: Systematische Stichprobe in der Waldinventur. AFJZ., 163. Jg., S. 107-110.
- SABOROWSKI, J., 1997: Stichprobenverfahren der Waldinventur. Skriptum. Institut f. Forstl. Biometrie d. Univ. Göttingen, 3. Aufl., 66 S.
- Saarland, 1995: Kombiniertes saarländisches Stichprobenverfahren zur Erfassung des Schalenwildverbisses und der Fegeschäden und zur Darstellung der Waldverjüngung. G/7 900.7B-11.
- SACHS, L., 1992: Angewandte Statistik. Springer-Verlag Jena, Stuttgart, 7. Aufl., 846 S.
- Sachsen, 1998: Der Waldzustand im Nationalpark Sächsische Schweiz. Sächsische Landesanstalt für Forsten, 60 S.
- Sachsen, 2000: Verwaltungsvorschrift für die forstlichen Gutachten über den Vegetationszustand, entstandene Verbiss- und Schälsschäden und den Stand der Waldverjüngung (VwV Forstgutachten), 26 S.
- Sachsen-Anhalt, 2008: Anweisung zur terrestrischen Datenerhebung für das Kulturqualitätsmanagement im Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt, 19 S.
- SCHINK, C., 2006: Verbissgutachten zum Einfluss des Schalenwildes auf das waldbauliche Betriebsziel der Landesforsten Schleswig-Holstein. Masterarbeit, Fak. f. Forstw. u. Waldökol., Uni Göttingen, 79 S. zzgl. Anhänge.
- SCHMID, P., 1969: Kontrollstichproben. Aufnahmeinstruktion. Eidg. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, Bericht 27.
- SCHWAB, P., 1999a: Verbißkontrolle im Traktverfahren für Wild und Weidevieh als Grundlage wirksamer Schadensvorbeugung in Alpine Umweltprobleme, Erich Schmidt Verlag GmbH u. Co. Berlin, S. 38 - 56.

- SCHWAB, P., 1999b: Wildverbiß - Waldverjüngungskontrolle - Verfahrensvergleich. Erich Schmidt Verlag GmbH u. Co Berlin, 80 S.
- SUCHANT, R. u. ROTH, R., 1994: Systematisches Kontrollzaunverfahren. Eine Methode zur Objektivierung der Verbissbeurteilung. Merkblatt 46 der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg, 17 S.
- SCHULZE, H., 1976: Jäger, Jagd und Wild, Haarwild. Landbuch-Verlag Hannover, 384 S.
- STAGL, W., G., 1984: Eine Methode, den Einfluß des Wildes auf den Wald erfassen zu können: „Trakterhebung“. Cbl. ges. Forstwesen, 101. Jg., S. 232-248.
- STAUPENDAHL K., 1997: Ein neuartiges Stichprobenverfahren zur Erfassung und Beschreibung von Naturverjüngung. In: Bericht der 10. Tagung der Sektion Forstliche Biometrie und Informatik des Deutschen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten in Freiburg i. Br., S. 32 – 49.
- STRUCK, G., 1995: Vergleich und Bewertung von Verbiß- und Lebensraumgutachten verschiedener Bundesländer. Diplomarbeit Forstl. Fak. d. Univ. Göttingen, 111 S.
- Thüringen 1994: Anweisung zur örtlichen Erfassung von Verbiß- und Schälsschäden als Grundlage eines forstlichen Gutachtens. Thüringer Ministerium für Landwirtschaft und Forsten. Grundsatzerteil-Nr. 4/1994, 9 S.
- TRISL, O., 1998a: Untersuchungen zur Entwicklung eines optimalen Stichprobenverfahrens für die langfristige Beobachtung der Schälsschadenssituation. Diss. Göttingen, Hainholzverlag 230 S.
- TRISL, O., 1999b: Wildschadensgutachten für den Realgemeindeforst Suderbruch. Monetäre Bewertung der Schädigung. Unveröffentlichtes Gutachten, 35 S.
- TRISL, O., 2001a: Die segmentierte Klumpenstichprobe als optimiertes Schälsschadeninventurverfahren. In: AKÇA, A., HOFFMANN, B., SCHUMANN, K. u. STAUPENDAHL, K., 2001: Waldinventur, Waldwachstum und Forstplanung. Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Klaus von Gadow. Zohab-Verlag Göttingen, S. 117-131.
- TRISL, O., 2001b: Verbissgutachten für die Revierförsterei Sattenhausen. 51 S.
- TRISL, O., 2002: Gutachten zur monetären Bewertung von Schälsschäden in der Gemarkung Oldau, Gemeinde Hambühren, 52 S.
- TRISL, O., 2004: Gutachten zur Verbissbelastung in der Forstgenossenschaft Dassel, 21 S.
- TRISL, O. 2008: Anweisung für das Kulturqualitätsmanagement im Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt. Herausgeber: Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt, Lennestraße 6, 39112 Magdeburg, 19 S.
- TRISL, O., 2010: Datenerfassungs- und Datenauswertungsprogramm für die landesweite Verbissinventur 2010 in Mecklenburg-Vorpommern. (Anweisung 12 S. und Datenbank).
- TRISL, O. u. KLEINE, C., 2001: Habitatgutachten für den Kermeter im Forstamt Schleiden. 202 S.
- TRISL, O. u. RÜHE, F., 2001: Forstliches Gutachten zur Verbißsituation in der Harbker Wald GbR. 70 S.
- TRISL, O. WODE, L. u. AKÇA, A., 1999: Sechs Jahre Schälsschadeninventuren im Niedersächsischen Forstamt Winnefeld. FuH, S. 425-428.

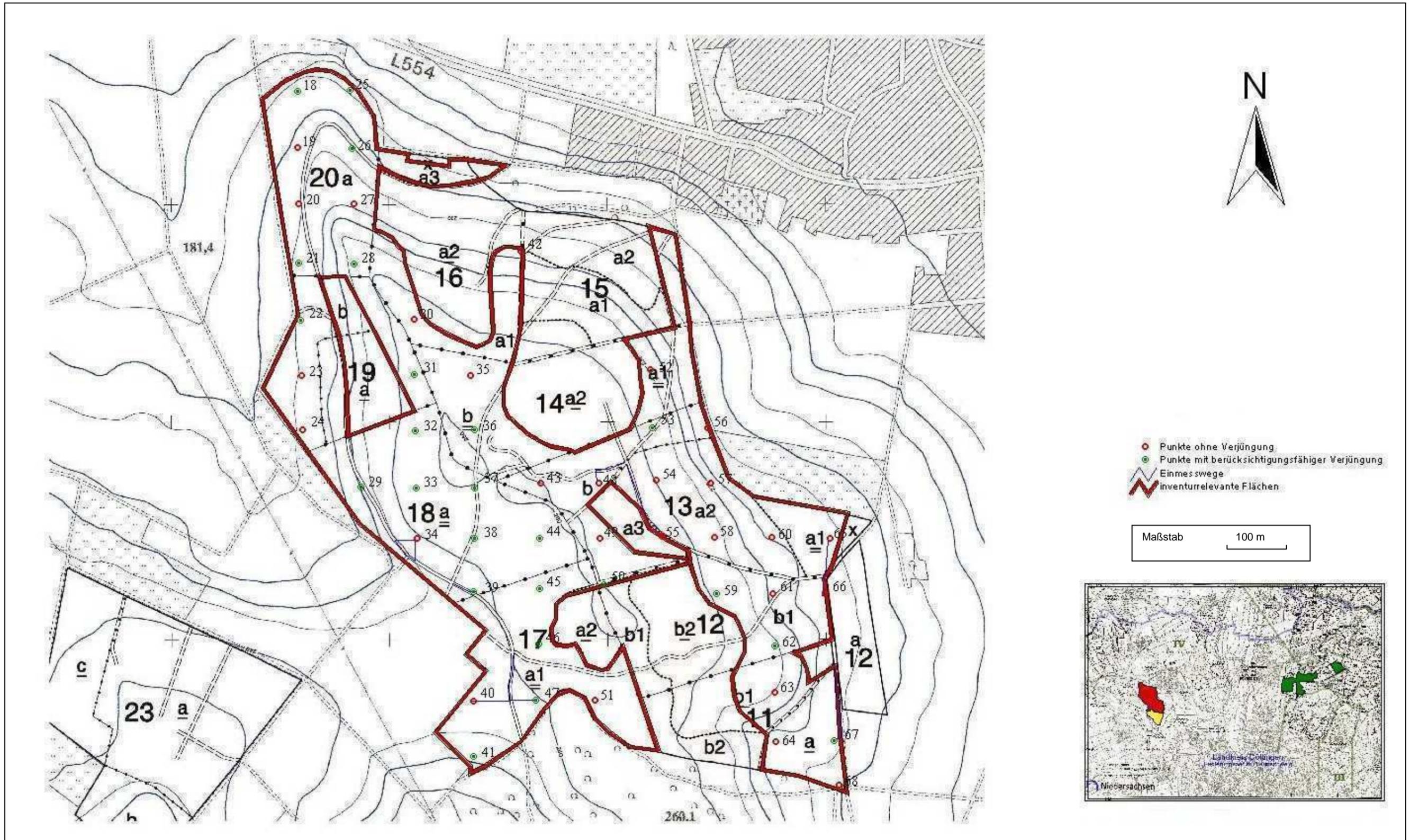
- TROMMER, R., 1972: Zur optimalen Gestaltung zweistufiger Erhebungen im Pflanzenschutz. Biometrische Z., 14, S. 372-386.
- WÖLFEL, H., 1986: Ein Weg zur Abwehr von Verbiß- und Schälsschäden. WuH 14, S. 22-24.
- WÖLFEL, H., 1993: Wieviel Reh verträgt der Hirsch? Nds. Jäger, S. 752-757, 852-855, 908-911.
- WÖLFEL, H. u. REINECKE, H., 1998: Grundsätzliche Überlegungen zu und praktische Erfahrungen mit artangepaßten Bejagungsmethoden. FuH. 53. Jg., S. 10-14.



A.1 Inventurkarte Forstort Bovenden



A.2 Inventurkarte Forstort Holtensen



A.3 Inventurkarte Forstort Lenglern

Aufnahmeprotokoll Verbissinventur

Südsegement

Datum:			Größen	1	20-49,9 cm
Probepunktnummer:				2	50-99,9 cm
Anmarschzeit:				3	ab 100 cm

		Baumart				Baumart				Baumart				Baumart				Zeit (min)
		unverb.	L. verb.	S. verb.	LS. verb.	unverb.	L. verb.	S. verb.	LS. verb.	unverb.	L. verb.	S. verb.	LS. verb.	unverb.	L. verb.	S. verb.	LS. verb.	
Größe 1 (20-49,9 cm)	Nordtrakt (1,78 m)																	
	r = 1,78 m (10 m ²)																	
	r = 2,52 m (20 m ²)																	
	r = 3,09 m (30 m ²)																	
	davon <i>Fegen, Hase, Maus, Trocknis</i>																	
Größe 2 (50-99,9 cm)	Nordtrakt (1,78 m)																	
	r = 1,78 m (10 m ²)																	
	r = 2,52 m (20 m ²)																	
	r = 3,09 m (30 m ²)																	
	davon <i>Fegen, Hase, Maus, Trocknis</i>																	
Größe 3 (ab 100 cm)	Nordtrakt (1,78 m)																	
	r = 1,78 m (10 m ²)																	
	r = 2,52 m (20 m ²)																	
	r = 3,09 m (30 m ²)																	
	davon <i>Fegen, Hase, Maus, Trocknis</i>																	

Aufnahmeprotokoll Verbissinventur

Südsegement

Datum:			Größen	1	20-49,9 cm
Probepunktnummer:				2	50-99,9 cm
Anmarschzeit:				3	ab 100 cm

	Baumart				Baumart				Baumart				Baumart				Zeit (min)
	unverb.	L. verb.	S. verb.	LS. verb.	unverb.	L. verb.	S. verb.	LS. verb.	unverb.	L. verb.	S. verb.	LS. verb.	unverb.	L. verb.	S. verb.	LS. verb.	
Größe 0 (1-20 cm)	r = 2,52 m -3,09 m (10 m²)																
	<i>davon Fegen, Hase, Maus, Trocknis</i>																
Größe 1 (20-49,9 cm)	r = 2,52 m -3,09 m (10 m²)																
	<i>davon Fegen, Hase, Maus, Trocknis</i>																
Größe 2 (50-99,9 cm)	r = 2,52 m -3,09 m (10 m²)																
	<i>davon Fegen, Hase, Maus, Trocknis</i>																
Größe 3 (ab 100 cm)	r = 2,52 m -3,09 m (10 m²)																
	<i>davon Fegen, Hase, Maus, Trocknis</i>																

Baumartenverteilung

Drei-Segment-Stichprobe (30 m² je Segment)

Baumart	Anzahl Prpkt.	Anteil	Varianz	Standardfehler	Konfidenzintervall	Konfidenzintervall (0,05)
110 Eiche	66	0,002	0,000	0,001	0,003 - 0,001	0,005 - 0,000
211 Buche	66	0,214	0,052	0,028	0,242 - 0,185	0,270 - 0,157
221 Hainbuche	66	0,048	0,010	0,012	0,061 - 0,036	0,073 - 0,024
311 Esche	66	0,350	0,077	0,034	0,385 - 0,316	0,419 - 0,282
321 Bergahorn	66	0,322	0,075	0,034	0,356 - 0,289	0,390 - 0,255
322 Spitzahorn	66	0,038	0,011	0,013	0,051 - 0,025	0,063 - 0,013
323 Feldahorn	66	0,016	0,006	0,009	0,025 - 0,007	0,034 - 0,000
330 Ruster	66	0,001	0,000	0,001	0,002 - 0,000	0,003 - 0,000
340 Linde	66	0,007	0,000	0,002	0,009 - 0,005	0,011 - 0,003
354 Kirsche	66	0,000	0,000	0,000	0,001 - 0,000	0,001 - 0,000
451 Eberesche	66	0,001	0,000	0,001	0,002 - 0,000	0,003 - 0,000

Baumartenverteilung nach Größenklassen

Drei-Segment-Stichprobe (30 m² je Segment)

Baumart	Anzahl Prpkt.	Anteil	Varianz	Standardfehler	Konfidenzintervall	Konfidenzintervall (0,05)	
Größenklasse: 1 (20-49,9 cm)							
110	Eiche	66	0,002	0,000	0,001	0,0 - 0,001	0,004 - 0,000
211	Buche	66	0,239	0,050	0,028	0,3 - 0,211	0,294 - 0,184
221	Hainbuche	66	0,051	0,007	0,010	0,1 - 0,041	0,072 - 0,030
311	Esche	66	0,346	0,071	0,033	0,4 - 0,313	0,412 - 0,281
321	Bergahorn	66	0,307	0,050	0,028	0,3 - 0,280	0,363 - 0,252
322	Spitzahorn	66	0,030	0,003	0,007	0,0 - 0,023	0,043 - 0,016
323	Feldahorn	66	0,016	0,003	0,007	0,0 - 0,009	0,029 - 0,002
330	Rüster	66	0,001	0,000	0,001	0,0 - 0,000	0,003 - 0,000
340	Linde	66	0,006	0,000	0,001	0,0 - 0,005	0,008 - 0,003
354	Kirsche	66	0,001	0,000	0,000	0,0 - 0,000	0,001 - 0,000
451	Eberesche	66	0,001	0,000	0,001	0,0 - 0,001	0,002 - 0,000
Größenklasse: 2 (50-99,9 cm)							
110	Eiche	66	0,001	0,000	0,000	0,0 - 0,000	0,001 - 0,000
211	Buche	66	0,190	0,055	0,029	0,2 - 0,161	0,248 - 0,132
221	Hainbuche	66	0,018	0,001	0,005	0,0 - 0,013	0,027 - 0,009
311	Esche	66	0,375	0,156	0,049	0,4 - 0,326	0,472 - 0,278
321	Bergahorn	66	0,352	0,113	0,041	0,4 - 0,311	0,435 - 0,269
322	Spitzahorn	66	0,049	0,011	0,013	0,1 - 0,036	0,076 - 0,023
323	Feldahorn	66	0,004	0,000	0,002	0,0 - 0,002	0,009 - 0,000
340	Linde	66	0,010	0,000	0,003	0,0 - 0,007	0,015 - 0,004
451	Eberesche	66	0,002	0,000	0,001	0,0 - 0,001	0,003 - 0,000
Größenklasse: 3 (ab 100 cm)							
211	Buche	66	0,154	0,460	0,083	0,2 - 0,070	0,321 - 0,000
221	Hainbuche	66	0,024	0,002	0,006	0,0 - 0,018	0,036 - 0,012
311	Esche	66	0,229	0,822	0,112	0,3 - 0,118	0,452 - 0,006
321	Bergahorn	66	0,478	6,035	0,302	0,8 - 0,176	1,000 - 0,000
322	Spitzahorn	66	0,095	0,034	0,023	0,1 - 0,072	0,140 - 0,050
340	Linde	66	0,017	0,001	0,004	0,0 - 0,014	0,024 - 0,010
451	Eberesche	66	0,002	0,000	0,001	0,0 - 0,002	0,004 - 0,001

Baumartenverteilung nach Kreisringen

Drei-Segment-Stichprobe

Baumart	Anzahl Prpkt.	Anteil	Varianz	Standardfehler	Konfidenzintervall	Konfidenzintervall (0,05)
Kreisring: Nordtranssekt						
211	Buche	30	0,261	0,081	0,037	0,298 - 0,225 0,334 - 0,188
221	Hainbuche	9	0,043	0,013	0,014	0,058 - 0,029 0,072 - 0,014
311	Esche	41	0,350	0,069	0,034	0,384 - 0,317 0,418 - 0,283
321	Bergahorn	42	0,299	0,054	0,030	0,329 - 0,270 0,359 - 0,240
322	Spitzahorn	5	0,030	0,012	0,014	0,044 - 0,016 0,059 - 0,002
323	Feldahorn	1	0,003	0,000	0,002	0,005 - 0,000 0,008 - 0,000
330	Rüster	1	0,003	0,000	0,002	0,005 - 0,000 0,007 - 0,000
451	Eberesche	1	0,010	0,006	0,010	0,020 - 0,000 0,030 - 0,000
Kreisring: Innenkreis						
110	Eiche	4	0,003	0,000	0,002	0,004 - 0,001 0,006 - 0,000
211	Buche	53	0,205	0,050	0,028	0,232 - 0,177 0,260 - 0,149
221	Hainbuche	22	0,049	0,010	0,012	0,061 - 0,036 0,073 - 0,024
311	Esche	57	0,346	0,074	0,034	0,380 - 0,312 0,413 - 0,279
321	Bergahorn	59	0,343	0,093	0,037	0,380 - 0,305 0,418 - 0,268
322	Spitzahorn	18	0,034	0,009	0,011	0,046 - 0,023 0,057 - 0,012
323	Feldahorn	6	0,015	0,006	0,009	0,025 - 0,006 0,034 - 0,000
330	Rüster	1	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000 0,000 - 0,000
340	Linde	11	0,004	0,000	0,001	0,005 - 0,003 0,006 - 0,001
354	Kirsche	1	0,001	0,000	0,001	0,001 - 0,000 0,002 - 0,000
451	Eberesche	3	0,001	0,000	0,001	0,002 - 0,000 0,003 - 0,000
Kreisring: Ringscheibe 1						
110	Eiche	3	0,002	0,000	0,002	0,004 - 0,001 0,005 - 0,000
211	Buche	54	0,214	0,056	0,029	0,244 - 0,185 0,273 - 0,156
221	Hainbuche	25	0,052	0,017	0,016	0,068 - 0,036 0,084 - 0,020
311	Esche	56	0,359	0,101	0,039	0,398 - 0,320 0,437 - 0,281
321	Bergahorn	60	0,305	0,080	0,035	0,339 - 0,270 0,374 - 0,235
322	Spitzahorn	20	0,041	0,014	0,014	0,055 - 0,026 0,069 - 0,012
323	Feldahorn	8	0,018	0,009	0,011	0,030 - 0,007 0,041 - 0,000
330	Rüster	1	0,001	0,000	0,001	0,003 - 0,000 0,004 - 0,000

Baumartenverteilung nach Kreisringen

Drei-Segment-Stichprobe

Baumart		Anzahl Prpkt.	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
340	Linde	9	0,007	0,001	0,003	0,010 - 0,005	0,013 - 0,002
451	Eberesche	1	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Kreisring: Ringscheibe 2							
110	Eiche	5	0,002	0,000	0,001	0,002 - 0,001	0,003 - 0,000
211	Buche	54	0,220	0,052	0,028	0,248 - 0,192	0,276 - 0,164
221	Hainbuche	24	0,045	0,009	0,012	0,057 - 0,033	0,068 - 0,021
311	Esche	54	0,347	0,072	0,033	0,380 - 0,314	0,413 - 0,281
321	Bergahorn	59	0,317	0,072	0,033	0,350 - 0,284	0,383 - 0,251
322	Spitzahorn	23	0,040	0,011	0,013	0,053 - 0,027	0,066 - 0,014
323	Feldahorn	8	0,015	0,004	0,008	0,022 - 0,007	0,030 - 0,000
330	Rüster	2	0,002	0,000	0,002	0,004 - 0,000	0,006 - 0,000
340	Linde	11	0,010	0,001	0,004	0,015 - 0,006	0,019 - 0,002
354	Kirsche	2	0,001	0,000	0,001	0,002 - 0,000	0,002 - 0,000
451	Eberesche	5	0,001	0,000	0,001	0,002 - 0,001	0,003 - 0,000

Schadenverteilung, gesamt

Drei-Segment-Stichprobe (30 m² je Segment)

Anzahl Probepunkte: 66

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,428	0,021	0,018	0,446 - 0,410	0,464 - 0,392
Verbiss Leittrieb:	0,292	0,008	0,011	0,303 - 0,281	0,314 - 0,270
Verbiss Seitentrieb:	0,035	0,001	0,003	0,038 - 0,032	0,042 - 0,028
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,245	0,025	0,019	0,264 - 0,225	0,284 - 0,206

Verbisskriterien nach BaumartenDrei-Segment-Stichprobe (30 m² je Segment)

Baumart: Eiche (110) **Anzahl Probepunkte:** 10
mittl. Baumzahl/Probepunkt: 4,3
mittl. Baumzahl/ha: 623,2

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,372	0,083	0,091	0,463 - 0,281	0,554 - 0,190
Verbiss Leittrieb:	0,372	0,079	0,089	0,461 - 0,283	0,549 - 0,195
Verbiss Seitentrieb:	0,023	0,008	0,028	0,051 - 0,000	0,079 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,233	0,048	0,069	0,302 - 0,163	0,371 - 0,094

Baumart: Buche (211) **Anzahl Probepunkte:** 61
mittl. Baumzahl/Probepunkt: 69,6
mittl. Baumzahl/ha: 10879,5

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,748	0,112	0,043	0,791 - 0,705	0,833 - 0,662
Verbiss Leittrieb:	0,066	0,010	0,013	0,078 - 0,053	0,091 - 0,040
Verbiss Seitentrieb:	0,080	0,008	0,012	0,091 - 0,068	0,103 - 0,056
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,107	0,075	0,035	0,142 - 0,072	0,177 - 0,037

Baumart: Hainbuche (221) **Anzahl Probepunkte:** 32
mittl. Baumzahl/Probepunkt: 30,0
mittl. Baumzahl/ha: 4923,1

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,289	0,200	0,079	0,368 - 0,209	0,447 - 0,130
Verbiss Leittrieb:	0,134	0,040	0,035	0,170 - 0,099	0,205 - 0,063
Verbiss Seitentrieb:	0,027	0,004	0,011	0,038 - 0,016	0,049 - 0,005
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,550	0,390	0,110	0,660 - 0,440	0,771 - 0,329

Verbisskriterien nach Baumarten

Drei-Segment-Stichprobe (30 m² je Segment)

Baumart: Esche (311) **Anzahl Probepunkte:** 60
mittl. Baumzahl/Probepunkt: 116,1
mittl. Baumzahl/ha: 17994,8

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,357	0,067	0,033	0,390 - 0,324	0,424 - 0,290
Verbiss Leittrieb:	0,372	0,025	0,020	0,392 - 0,351	0,412 - 0,331
Verbiss Seitentrieb:	0,012	0,001	0,005	0,017 - 0,008	0,021 - 0,003
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,259	0,094	0,040	0,299 - 0,220	0,338 - 0,180

Baumart: Bergahorn (321) **Anzahl Probepunkte:** 63
mittl. Baumzahl/Probepunkt: 101,6
mittl. Baumzahl/ha: 15807,4

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,344	0,069	0,033	0,377 - 0,310	0,410 - 0,277
Verbiss Leittrieb:	0,379	0,052	0,029	0,407 - 0,350	0,436 - 0,321
Verbiss Seitentrieb:	0,028	0,002	0,005	0,033 - 0,023	0,038 - 0,018
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,250	0,132	0,046	0,296 - 0,204	0,341 - 0,158

Baumart: Spitzahorn (322) **Anzahl Probepunkte:** 29
mittl. Baumzahl/Probepunkt: 26,0
mittl. Baumzahl/ha: 3927,1

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,253	0,144	0,071	0,324 - 0,183	0,394 - 0,112
Verbiss Leittrieb:	0,358	0,106	0,061	0,419 - 0,298	0,479 - 0,237
Verbiss Seitentrieb:	0,031	0,004	0,011	0,042 - 0,019	0,053 - 0,008
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,358	0,278	0,098	0,456 - 0,260	0,554 - 0,162

Verbisskriterien nach Baumarten

Drei-Segment-Stichprobe (30 m² je Segment)

Baumart: Feldahorn (323)

Anzahl Probepunkte: 9

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 35,0

mittl. Baumzahl/ha: 6176,5

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,200	0,012	0,036	0,236 - 0,164	0,272 - 0,128
Verbiss Leittrieb:	0,225	0,002	0,014	0,240 - 0,211	0,254 - 0,197
Verbiss Seitentrieb:	0,006	0,001	0,008	0,014 - 0,000	0,021 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,568	0,015	0,040	0,609 - 0,528	0,649 - 0,488

Baumart: Ruster (330)

Anzahl Probepunkte: 2

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 11,5

mittl. Baumzahl/ha: 1916,7

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,826	0,041	0,144	0,970 - 0,682	1,113 - 0,539
Verbiss Leittrieb:	0,130	0,008	0,064	0,195 - 0,066	0,259 - 0,002
Verbiss Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,043	0,013	0,079	0,123 - 0,000	0,202 - 0,000

Baumart: Linde (340)

Anzahl Probepunkte: 13

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 10,4

mittl. Baumzahl/ha: 1875,0

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,548	0,122	0,097	0,645 - 0,451	0,742 - 0,354
Verbiss Leittrieb:	0,111	0,044	0,058	0,169 - 0,053	0,228 - 0,000
Verbiss Seitentrieb:	0,304	0,056	0,066	0,369 - 0,238	0,435 - 0,173
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,037	0,005	0,020	0,057 - 0,017	0,077 - 0,000

Verbisskriterien nach Baumarten

Drei-Segment-Stichprobe (30 m² je Segment)

Baumart: Kirsche (354)

Anzahl Probepunkte: 2
mittl. Baumzahl/Probepunkt: 4,5
mittl. Baumzahl/ha: 750,0

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Leittrieb:	0,111	0,078	0,198	0,309 - 0,000	0,506 - 0,000
Verbiss Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,889	0,078	0,198	1,086 - 0,691	1,284 - 0,494

Baumart: Eberesche (451)

Anzahl Probepunkte: 8
mittl. Baumzahl/Probepunkt: 2,8
mittl. Baumzahl/ha: 407,4

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,364	0,068	0,092	0,456 - 0,272	0,548 - 0,180
Verbiss Leittrieb:	0,591	0,043	0,073	0,664 - 0,518	0,738 - 0,444
Verbiss Seitentrieb:	0,045	0,026	0,057	0,103 - 0,000	0,160 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000

Verbisskriterien nach Baumarten und Größenklassen

Drei-Segment-Stichprobe (30 m² je Segment)

Baumart: Eiche (110)

Größe: 20-49,9 cm (1)

Anzahl Probepunkte: 8

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 5,0

mittl. Baumzahl/ha: 701,8

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,400	0,075	0,097	0,497 - 0,303	0,593 - 0,207
Verbiss Leittrieb:	0,400	0,065	0,090	0,490 - 0,310	0,581 - 0,219
Verbiss Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,200	0,028	0,060	0,260 - 0,140	0,319 - 0,081

Größe: 50-99,9 cm (2)

Anzahl Probepunkte: 2

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 1,5

mittl. Baumzahl/ha: 250,0

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Leittrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Seitentrieb:	0,333	0,395	0,444	0,778 - 0,000	1,000 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,667	0,395	0,444	1,000 - 0,222	1,000 - 0,000

Verbisskriterien nach Baumarten und Größenklassen

Drei-Segment-Stichprobe (30 m² je Segment)

Baumart: Buche (211)

Größe: 20-49,9 cm (1)

Anzahl Probepunkte: 58

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 55,8

mittl. Baumzahl/ha: 8624,0

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,738	0,148	0,051	0,788 - 0,687	0,839 - 0,637
Verbiss Leittrieb:	0,073	0,014	0,015	0,088 - 0,057	0,103 - 0,042
Verbiss Seitentrieb:	0,064	0,010	0,013	0,077 - 0,051	0,090 - 0,038
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,125	0,098	0,041	0,166 - 0,084	0,208 - 0,043

Größe: 50-99,9 cm (2)

Anzahl Probepunkte: 45

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 19,5

mittl. Baumzahl/ha: 2949,5

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,791	0,048	0,033	0,824 - 0,759	0,856 - 0,726
Verbiss Leittrieb:	0,039	0,007	0,013	0,052 - 0,026	0,064 - 0,013
Verbiss Seitentrieb:	0,115	0,015	0,018	0,134 - 0,097	0,152 - 0,079
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,055	0,023	0,022	0,077 - 0,032	0,100 - 0,010

Größe: ab 100 cm (3)

Anzahl Probepunkte: 21

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 6,3

mittl. Baumzahl/ha: 904,8

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,707	0,113	0,073	0,780 - 0,633	0,854 - 0,560
Verbiss Leittrieb:	0,068	0,027	0,036	0,103 - 0,032	0,139 - 0,000
Verbiss Seitentrieb:	0,218	0,091	0,066	0,284 - 0,152	0,350 - 0,086
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,008	0,001	0,008	0,015 - 0,000	0,023 - 0,000

Verbisskriterien nach Baumarten und Größenklassen

Drei-Segment-Stichprobe (30 m² je Segment)

Baumart: Hainbuche (221)

Größe: 20-49,9 cm (1)

Anzahl Probepunkte: 30

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 28,2

mittl. Baumzahl/ha: 4553,8

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,288	0,197	0,081	0,369 - 0,207	0,450 - 0,126
Verbiss Leittrieb:	0,142	0,048	0,040	0,182 - 0,102	0,221 - 0,062
Verbiss Seitentrieb:	0,021	0,002	0,008	0,030 - 0,013	0,038 - 0,004
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,549	0,386	0,113	0,662 - 0,436	0,776 - 0,322

Größe: 50-99,9 cm (2)

Anzahl Probepunkte: 12

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 7,7

mittl. Baumzahl/ha: 1179,5

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,272	0,239	0,141	0,413 - 0,131	0,554 - 0,000
Verbiss Leittrieb:	0,087	0,055	0,067	0,154 - 0,020	0,222 - 0,000
Verbiss Seitentrieb:	0,033	0,006	0,022	0,055 - 0,010	0,077 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,609	0,574	0,219	0,827 - 0,390	1,000 - 0,171

Größe: ab 100 cm (3)

Anzahl Probepunkte: 4

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 5,3

mittl. Baumzahl/ha: 1000,0

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,381	0,154	0,196	0,577 - 0,184	0,774 - 0,000
Verbiss Leittrieb:	0,048	0,002	0,025	0,072 - 0,023	0,097 - 0,000
Verbiss Seitentrieb:	0,238	0,027	0,082	0,320 - 0,156	0,402 - 0,074
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,333	0,336	0,290	0,623 - 0,044	0,913 - 0,000

Verbisskriterien nach Baumarten und Größenklassen

Drei-Segment-Stichprobe (30 m² je Segment)

Baumart: Esche (311)

Größe: 20-49,9 cm (1)

Anzahl Probepunkte: 60

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 82,9

mittl. Baumzahl/ha: 12857,9

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,436	0,114	0,044	0,480 - 0,392	0,523 - 0,349
Verbiss Leittrieb:	0,356	0,026	0,021	0,376 - 0,335	0,397 - 0,314
Verbiss Seitentrieb:	0,004	0,000	0,001	0,006 - 0,003	0,007 - 0,002
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,204	0,107	0,042	0,246 - 0,162	0,289 - 0,120

Größe: 50-99,9 cm (2)

Anzahl Probepunkte: 44

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 40,7

mittl. Baumzahl/ha: 6215,3

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,160	0,050	0,034	0,194 - 0,127	0,228 - 0,093
Verbiss Leittrieb:	0,422	0,124	0,053	0,475 - 0,369	0,528 - 0,316
Verbiss Seitentrieb:	0,022	0,003	0,008	0,030 - 0,014	0,038 - 0,006
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,396	0,240	0,074	0,470 - 0,322	0,544 - 0,248

Größe: ab 100 cm (3)

Anzahl Probepunkte: 18

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 11,0

mittl. Baumzahl/ha: 1609,8

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,146	0,033	0,043	0,189 - 0,104	0,232 - 0,061
Verbiss Leittrieb:	0,323	0,156	0,093	0,416 - 0,230	0,510 - 0,137
Verbiss Seitentrieb:	0,126	0,080	0,067	0,193 - 0,060	0,260 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,404	0,219	0,110	0,514 - 0,294	0,625 - 0,183

Verbisskriterien nach Baumarten und Größenklassen

Drei-Segment-Stichprobe (30 m² je Segment)

Baumart: Bergahorn (321)

Größe: 20-49,9 cm (1)

Anzahl Probepunkte: 63

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 69,1

mittl. Baumzahl/ha: 10753,1

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,438	0,078	0,035	0,473 - 0,402	0,508 - 0,367
Verbiss Leittrieb:	0,340	0,031	0,022	0,362 - 0,318	0,384 - 0,296
Verbiss Seitentrieb:	0,016	0,002	0,005	0,021 - 0,011	0,026 - 0,006
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,207	0,138	0,047	0,253 - 0,160	0,300 - 0,113

Größe: 50-99,9 cm (2)

Anzahl Probepunkte: 41

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 39,9

mittl. Baumzahl/ha: 5920,3

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,133	0,026	0,025	0,159 - 0,108	0,184 - 0,083
Verbiss Leittrieb:	0,472	0,115	0,053	0,525 - 0,420	0,578 - 0,367
Verbiss Seitentrieb:	0,036	0,002	0,006	0,042 - 0,030	0,049 - 0,024
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,358	0,172	0,065	0,423 - 0,293	0,488 - 0,228

Größe: ab 100 cm (3)

Anzahl Probepunkte: 26

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 15,9

mittl. Baumzahl/ha: 2373,6

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,184	0,047	0,042	0,226 - 0,142	0,269 - 0,099
Verbiss Leittrieb:	0,419	0,049	0,043	0,462 - 0,376	0,506 - 0,332
Verbiss Seitentrieb:	0,119	0,025	0,031	0,150 - 0,087	0,181 - 0,056
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,278	0,029	0,034	0,312 - 0,245	0,345 - 0,211

Verbisskriterien nach Baumarten und Größenklassen

Drei-Segment-Stichprobe (30 m² je Segment)

Baumart: Spitzahorn (322)

Größe: 20-49,9 cm (1)

Anzahl Probepunkte: 26

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 17,5

mittl. Baumzahl/ha: 2660,8

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,295	0,179	0,083	0,378 - 0,211	0,461 - 0,128
Verbiss Leittrieb:	0,347	0,097	0,061	0,408 - 0,286	0,469 - 0,225
Verbiss Seitentrieb:	0,007	0,000	0,004	0,011 - 0,002	0,015 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,352	0,291	0,106	0,457 - 0,246	0,563 - 0,140

Größe: 50-99,9 cm (2)

Anzahl Probepunkte: 8

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 27,1

mittl. Baumzahl/ha: 4018,5

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,189	0,063	0,088	0,277 - 0,101	0,366 - 0,012
Verbiss Leittrieb:	0,323	0,081	0,101	0,423 - 0,222	0,524 - 0,121
Verbiss Seitentrieb:	0,069	0,005	0,026	0,095 - 0,043	0,120 - 0,018
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,419	0,115	0,120	0,539 - 0,300	0,659 - 0,180

Größe: ab 100 cm (3)

Anzahl Probepunkte: 5

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 16,4

mittl. Baumzahl/ha: 2102,6

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,195	0,023	0,068	0,263 - 0,127	0,331 - 0,059
Verbiss Leittrieb:	0,512	0,126	0,159	0,671 - 0,353	0,830 - 0,194
Verbiss Seitentrieb:	0,061	0,024	0,069	0,130 - 0,000	0,199 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,232	0,068	0,117	0,348 - 0,115	0,465 - 0,000

Verbisskriterien nach Baumarten und Größenklassen

Drei-Segment-Stichprobe (30 m² je Segment)

Baumart: Feldahorn (323)

Größe: 20-49,9 cm (1)

Anzahl Probepunkte: 9

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 31,9

mittl. Baumzahl/ha: 5627,5

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,220	0,018	0,045	0,265 - 0,174	0,310 - 0,129
Verbiss Leittrieb:	0,233	0,004	0,021	0,255 - 0,212	0,276 - 0,191
Verbiss Seitentrieb:	0,007	0,001	0,008	0,015 - 0,000	0,023 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,540	0,034	0,061	0,601 - 0,479	0,663 - 0,418

Größe: 50-99,9 cm (2)

Anzahl Probepunkte: 3

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 9,3

mittl. Baumzahl/ha: 2333,3

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Leittrieb:	0,143	0,104	0,186	0,329 - 0,000	0,515 - 0,000
Verbiss Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,857	0,104	0,186	1,000 - 0,671	1,000 - 0,485

Verbisskriterien nach Baumarten und Größenklassen

Drei-Segment-Stichprobe (30 m² je Segment)

Baumart: Ruster (330)

Größe: 20-49,9 cm (1)

Anzahl Probepunkte: 2

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 11,5

mittl. Baumzahl/ha: 1916,7

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,826	0,041	0,144	0,970 - 0,682	1,000 - 0,539
Verbiss Leittrieb:	0,130	0,008	0,064	0,195 - 0,066	0,259 - 0,002
Verbiss Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,043	0,013	0,079	0,123 - 0,000	0,202 - 0,000

Verbisskriterien nach Baumarten und Größenklassen

Drei-Segment-Stichprobe (30 m² je Segment)

Baumart: Linde (340)

Größe: 20-49,9 cm (1)

Anzahl Probepunkte: 12

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 6,5

mittl. Baumzahl/ha: 1181,8

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,667	0,194	0,127	0,794 - 0,539	0,921 - 0,412
Verbiss Leittrieb:	0,128	0,077	0,080	0,208 - 0,048	0,288 - 0,000
Verbiss Seitentrieb:	0,154	0,047	0,063	0,216 - 0,091	0,279 - 0,029
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,051	0,008	0,026	0,077 - 0,025	0,103 - 0,000

Größe: 50-99,9 cm (2)

Anzahl Probepunkte: 8

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 5,3

mittl. Baumzahl/ha: 933,3

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,405	0,103	0,113	0,518 - 0,291	0,632 - 0,178
Verbiss Leittrieb:	0,095	0,079	0,100	0,195 - 0,000	0,295 - 0,000
Verbiss Seitentrieb:	0,476	0,030	0,061	0,537 - 0,415	0,598 - 0,355
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,024	0,005	0,025	0,049 - 0,000	0,074 - 0,000

Größe: ab 100 cm (3)

Anzahl Probepunkte: 6

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 2,5

mittl. Baumzahl/ha: 454,5

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,333	0,242	0,201	0,534 - 0,133	0,735 - 0,000
Verbiss Leittrieb:	0,067	0,034	0,076	0,142 - 0,000	0,218 - 0,000
Verbiss Seitentrieb:	0,600	0,253	0,206	0,806 - 0,394	1,000 - 0,189
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000

Verbisskriterien nach Baumarten und Größenklassen

Drei-Segment-Stichprobe (30 m² je Segment)

Baumart: Kirsche (354)

Größe: 20-49,9 cm (1)

Anzahl Probepunkte: 2

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 4,5

mittl. Baumzahl/ha: 750,0

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Leittrieb:	0,111	0,078	0,198	0,309 - 0,000	0,506 - 0,000
Verbiss Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,889	0,078	0,198	1,000 - 0,691	1,000 - 0,494

Verbisskriterien nach Baumarten und Größenklassen

Drei-Segment-Stichprobe (30 m² je Segment)

Baumart: Eberesche (451)

Größe: 20-49,9 cm (1)

Anzahl Probepunkte: 4

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 3,3

mittl. Baumzahl/ha: 541,7

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,385	0,022	0,074	0,459 - 0,310	0,533 - 0,236
Verbiss Leittrieb:	0,615	0,022	0,074	0,690 - 0,541	0,764 - 0,467
Verbiss Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000

Größe: 50-99,9 cm (2)

Anzahl Probepunkte: 4

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 1,8

mittl. Baumzahl/ha: 259,3

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,286	0,107	0,163	0,449 - 0,122	0,612 - 0,000
Verbiss Leittrieb:	0,714	0,107	0,163	0,878 - 0,551	1,000 - 0,388
Verbiss Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000

Größe: ab 100 cm (3)

Anzahl Probepunkte: 2

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 1,0

mittl. Baumzahl/ha: 133,3

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,500	0,500	0,500	1,000 - 0,000	1,000 - 0,000
Verbiss Leittrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Seitentrieb:	0,500	0,500	0,500	1,000 - 0,000	1,000 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000

Schadenverteilung nach Kreisringen

Drei-Segment-Stichprobe

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Kreisring: Nordtranssekt			Anzahl Probepunkte: 61		
Unverbissen:	0,503	0,096	0,040	0,542 - 0,463	0,582 - 0,423
Verbiss Leittrieb:	0,277	0,046	0,027	0,304 - 0,249	0,331 - 0,222
Verbiss Seitentrieb:	0,038	0,007	0,010	0,049 - 0,028	0,059 - 0,017
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,183	0,052	0,029	0,212 - 0,153	0,241 - 0,124
Kreisring: Innenkreis			Anzahl Probepunkte: 66		
Unverbissen:	0,425	0,073	0,033	0,459 - 0,392	0,492 - 0,359
Verbiss Leittrieb:	0,296	0,027	0,020	0,316 - 0,275	0,336 - 0,255
Verbiss Seitentrieb:	0,033	0,002	0,005	0,039 - 0,028	0,044 - 0,023
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,246	0,071	0,033	0,278 - 0,213	0,311 - 0,180
Kreisring: Ringscheibe 1			Anzahl Probepunkte: 66		
Unverbissen:	0,427	0,068	0,032	0,459 - 0,394	0,491 - 0,362
Verbiss Leittrieb:	0,291	0,024	0,019	0,310 - 0,272	0,329 - 0,253
Verbiss Seitentrieb:	0,033	0,002	0,006	0,038 - 0,027	0,044 - 0,021
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,250	0,089	0,037	0,287 - 0,213	0,323 - 0,176
Kreisring: Ringscheibe 2			Anzahl Probepunkte: 66		
Unverbissen:	0,428	0,052	0,028	0,456 - 0,400	0,484 - 0,372
Verbiss Leittrieb:	0,291	0,023	0,018	0,309 - 0,272	0,328 - 0,254
Verbiss Seitentrieb:	0,039	0,003	0,006	0,045 - 0,033	0,052 - 0,026
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,242	0,075	0,034	0,275 - 0,208	0,309 - 0,175

Baumartenverteilung

Einzelsegmentweise Betrachtung (30 m² je Segment)

Baumart	Anzahl Segmente	Anteil	Varianz	Standardfehler	Konfidenzintervall	Konfidenzintervall (0,05)
110 Eiche	12	0,002	0,000	0,004	0,006 - 0,000	0,009 - 0,000
211 Buche	113	0,213	0,066	0,024	0,237 - 0,188	0,261 - 0,164
221 Hainbuche	47	0,048	0,018	0,019	0,068 - 0,029	0,087 - 0,010
311 Esche	122	0,350	0,116	0,031	0,381 - 0,320	0,412 - 0,289
321 Bergahorn	131	0,323	0,094	0,027	0,350 - 0,296	0,376 - 0,269
322 Spitzahorn	48	0,038	0,018	0,019	0,057 - 0,019	0,076 - 0,000
323 Feldahorn	12	0,016	0,011	0,030	0,046 - 0,000	0,077 - 0,000
330 Ruster	2	0,001	0,000	0,009	0,010 - 0,000	0,018 - 0,000
340 Linde	19	0,007	0,001	0,005	0,012 - 0,002	0,017 - 0,000
354 Kirsche	2	0,000	0,000	0,003	0,004 - 0,000	0,007 - 0,000
451 Eberesche	8	0,001	0,000	0,002	0,003 - 0,000	0,006 - 0,000

Baumartenverteilung nach Aufnahmebereichen

Einzelsegmentweise Betrachtung

Baumart	Anzahl Segmente	Anteil	Varianz	Standardfehler	Konfidenzintervall	Konfidenzintervall (0,05)	
Aufnahmebereich: Nordtranssekt			Anzahl Aufnahmebereiche:		109		
211	Buche	39	0,261	0,382	0,099	0,360 - 0,162	0,459 - 0,063
221	Hainbuche	11	0,043	0,209	0,138	0,181 - 0,000	0,319 - 0,000
311	Esche	61	0,350	0,170	0,053	0,403 - 0,297	0,456 - 0,245
321	Bergahorn	60	0,299	0,137	0,048	0,347 - 0,252	0,395 - 0,204
322	Spitzahorn	7	0,030	0,277	0,199	0,230 - 0,000	0,429 - 0,000
323	Feldahorn	1	0,003	0,000	0,000	0,003 - 0,003	0,003 - 0,003
330	Rüster	1	0,003	0,000	0,000	0,003 - 0,003	0,003 - 0,003
451	Eberesche	1	0,010	0,000	0,000	0,010 - 0,010	0,010 - 0,010
Aufnahmebereich: Innenkreis			Anzahl Aufnahmebereiche:		139		
110	Eiche	5	0,003	0,011	0,047	0,049 - 0,000	0,096 - 0,000
211	Buche	90	0,205	0,126	0,037	0,242 - 0,167	0,279 - 0,130
221	Hainbuche	32	0,049	0,083	0,051	0,099 - 0,000	0,150 - 0,000
311	Esche	115	0,346	0,129	0,033	0,379 - 0,312	0,413 - 0,279
321	Bergahorn	119	0,343	0,135	0,034	0,376 - 0,309	0,410 - 0,276
322	Spitzahorn	30	0,034	0,068	0,048	0,082 - 0,000	0,130 - 0,000
323	Feldahorn	8	0,015	0,199	0,158	0,173 - 0,000	0,331 - 0,000
330	Rüster	1	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
340	Linde	13	0,004	0,002	0,013	0,017 - 0,000	0,029 - 0,000
354	Kirsche	1	0,001	0,000	0,000	0,001 - 0,001	0,001 - 0,001
451	Eberesche	3	0,001	0,009	0,055	0,056 - 0,000	0,112 - 0,000
Aufnahmebereich: Ringscheibe 1			Anzahl Aufnahmebereiche:		139		
110	Eiche	5	0,002	0,007	0,038	0,040 - 0,000	0,078 - 0,000
211	Buche	97	0,214	0,100	0,032	0,246 - 0,182	0,279 - 0,150
221	Hainbuche	31	0,052	0,124	0,063	0,115 - 0,000	0,178 - 0,000
311	Esche	107	0,359	0,198	0,043	0,402 - 0,316	0,445 - 0,273
321	Bergahorn	117	0,305	0,112	0,031	0,335 - 0,274	0,366 - 0,243
322	Spitzahorn	28	0,041	0,116	0,064	0,105 - 0,000	0,170 - 0,000
323	Feldahorn	10	0,018	0,276	0,166	0,185 - 0,000	0,351 - 0,000
330	Rüster	1	0,001	0,000	0,000	0,001 - 0,001	0,001 - 0,001
340	Linde	11	0,007	0,015	0,037	0,044 - 0,000	0,081 - 0,000
451	Eberesche	1	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000

Baumartenverteilung nach Aufnahmebereichen

Einzelsegmentweise Betrachtung

Baumart	Anzahl Segmente	Anteil	Varianz	Standardfehler	Konfidenzintervall	Konfidenzintervall (0,05)	
Aufnahmebereich: Ringscheibe 2			Anzahl Aufnahmebereiche:		138		
110	Eiche	5	0,002	0,003	0,024	0,025 - 0,000	0,049 - 0,000
211	Buche	92	0,220	0,110	0,035	0,255 - 0,186	0,289 - 0,151
221	Hainbuche	33	0,045	0,072	0,047	0,091 - 0,000	0,138 - 0,000
311	Esche	100	0,347	0,159	0,040	0,387 - 0,307	0,427 - 0,267
321	Bergahorn	112	0,317	0,113	0,032	0,349 - 0,286	0,381 - 0,254
322	Spitzahorn	31	0,040	0,091	0,054	0,094 - 0,000	0,149 - 0,000
323	Feldahorn	10	0,015	0,114	0,107	0,121 - 0,000	0,228 - 0,000
330	Rüster	2	0,002	0,079	0,198	0,201 - 0,000	0,399 - 0,000
340	Linde	14	0,010	0,026	0,043	0,053 - 0,000	0,096 - 0,000
354	Kirsche	2	0,001	0,009	0,068	0,069 - 0,000	0,136 - 0,000
451	Eberesche	5	0,001	0,003	0,023	0,025 - 0,000	0,048 - 0,000

Schadenverteilung, gesamt

Aufnahmebereichsweise Betrachtung

Anzahl Aufnahmebereiche: 525

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,428	0,011	0,005	0,433 - 0,424	0,437 - 0,419
Verbiss Leittrieb:	0,292	0,005	0,003	0,295 - 0,289	0,299 - 0,286
Verbiss Seitentrieb:	0,035	0,000	0,001	0,035 - 0,034	0,036 - 0,034
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,245	0,006	0,003	0,248 - 0,241	0,251 - 0,238

Schadenverteilung nach Aufnahmebereichen

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Aufnahmebereich: Nordtranssekt				Anzahl Aufnahmebereiche:	109
Unverbissen:	0,503	0,151	0,037	0,540 - 0,465	0,577 - 0,428
Verbiss Leittrieb:	0,277	0,071	0,026	0,302 - 0,251	0,328 - 0,226
Verbiss Seitentrieb:	0,038	0,004	0,006	0,044 - 0,032	0,050 - 0,026
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,183	0,040	0,019	0,202 - 0,164	0,221 - 0,145
Aufnahmebereich: Innenkreis				Anzahl Aufnahmebereiche:	139
Unverbissen:	0,425	0,123	0,030	0,455 - 0,396	0,485 - 0,366
Verbiss Leittrieb:	0,296	0,062	0,021	0,317 - 0,274	0,338 - 0,253
Verbiss Seitentrieb:	0,033	0,002	0,003	0,037 - 0,030	0,040 - 0,027
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,246	0,066	0,022	0,267 - 0,224	0,289 - 0,202
Aufnahmebereich: Ringscheibe 1				Anzahl Aufnahmebereiche:	139
Unverbissen:	0,427	0,128	0,030	0,457 - 0,396	0,487 - 0,366
Verbiss Leittrieb:	0,291	0,062	0,021	0,312 - 0,270	0,333 - 0,248
Verbiss Seitentrieb:	0,033	0,002	0,003	0,036 - 0,029	0,039 - 0,026
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,250	0,070	0,022	0,272 - 0,227	0,295 - 0,205
Aufnahmebereich: Ringscheibe 2				Anzahl Aufnahmebereiche:	138
Unverbissen:	0,428	0,126	0,030	0,458 - 0,398	0,488 - 0,368
Verbiss Leittrieb:	0,291	0,061	0,021	0,312 - 0,270	0,333 - 0,249
Verbiss Seitentrieb:	0,039	0,002	0,004	0,043 - 0,035	0,047 - 0,032
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,242	0,068	0,022	0,264 - 0,220	0,286 - 0,197

Verbisskriterien nach Baumarten

Drei-Segment-Stichprobe (Ringscheibe 2)

Baumart: Eiche (110)

Anzahl Probepunkte: 3

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 5,0

mittl. Baumzahl/ha: 2142,9

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,467	0,137	0,214	0,681 - 0,253	0,894 - 0,039
Verbiss Leittrieb:	0,267	0,080	0,163	0,430 - 0,104	0,593 - 0,000
Verbiss Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,267	0,069	0,152	0,418 - 0,115	0,570 - 0,000

Baumart: Buche (211)

Anzahl Probepunkte: 54

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 25,2

mittl. Baumzahl/ha: 11533,9

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,783	0,071	0,036	0,819 - 0,747	0,856 - 0,711
Verbiss Leittrieb:	0,057	0,008	0,012	0,068 - 0,045	0,080 - 0,033
Verbiss Seitentrieb:	0,073	0,012	0,015	0,088 - 0,058	0,102 - 0,043
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,087	0,035	0,026	0,113 - 0,062	0,139 - 0,036

Baumart: Hainbuche (221)

Anzahl Probepunkte: 25

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 13,1

mittl. Baumzahl/ha: 6431,4

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,335	0,391	0,125	0,460 - 0,210	0,586 - 0,085
Verbiss Leittrieb:	0,088	0,028	0,034	0,122 - 0,055	0,156 - 0,021
Verbiss Seitentrieb:	0,037	0,009	0,019	0,055 - 0,018	0,074 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,540	0,585	0,153	0,693 - 0,387	0,846 - 0,234

Verbisskriterien nach Baumarten

Drei-Segment-Stichprobe (Ringscheibe 2)

Baumart: Esche (311)

Anzahl Probepunkte: 56

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 40,7

mittl. Baumzahl/ha: 18528,5

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,341	0,087	0,039	0,380 - 0,301	0,419 - 0,262
Verbiss Leittrieb:	0,385	0,035	0,025	0,410 - 0,360	0,435 - 0,335
Verbiss Seitentrieb:	0,015	0,002	0,006	0,022 - 0,009	0,028 - 0,003
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,259	0,117	0,046	0,305 - 0,213	0,350 - 0,167

Baumart: Bergahorn (321)

Anzahl Probepunkte: 60

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 32,2

mittl. Baumzahl/ha: 14869,2

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,326	0,089	0,038	0,365 - 0,288	0,403 - 0,249
Verbiss Leittrieb:	0,376	0,079	0,036	0,412 - 0,339	0,448 - 0,303
Verbiss Seitentrieb:	0,020	0,002	0,006	0,026 - 0,014	0,032 - 0,008
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,278	0,233	0,062	0,340 - 0,215	0,403 - 0,153

Baumart: Spitzahorn (322)

Anzahl Probepunkte: 20

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 12,9

mittl. Baumzahl/ha: 5733,3

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,267	0,133	0,081	0,349 - 0,186	0,430 - 0,105
Verbiss Leittrieb:	0,353	0,039	0,044	0,397 - 0,308	0,441 - 0,264
Verbiss Seitentrieb:	0,035	0,009	0,021	0,056 - 0,013	0,078 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,345	0,160	0,090	0,434 - 0,255	0,524 - 0,166

Verbisskriterien nach Baumarten

Drei-Segment-Stichprobe (Ringscheibe 2)

Baumart: Feldahorn (323)**Anzahl Probepunkte:** 8**mittl. Baumzahl/Probepunkt:** 14,6**mittl. Baumzahl/ha:** 7800,0

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,154	0,004	0,022	0,176 - 0,131	0,199 - 0,109
Verbiss Leittrieb:	0,256	0,018	0,047	0,304 - 0,209	0,351 - 0,162
Verbiss Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,590	0,015	0,044	0,634 - 0,546	0,677 - 0,502

Baumart: Ruster (330)**Anzahl Probepunkte:** 1**mittl. Baumzahl/Probepunkt:** 8,0**mittl. Baumzahl/ha:** 2666,7

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	1,000	0,000	0,000	1,000 - 1,000	1,000 - 1,000
Verbiss Leittrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000

Baumart: Linde (340)**Anzahl Probepunkte:** 9**mittl. Baumzahl/Probepunkt:** 5,2**mittl. Baumzahl/ha:** 2611,1

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,489	0,297	0,182	0,671 - 0,308	0,853 - 0,126
Verbiss Leittrieb:	0,191	0,101	0,106	0,297 - 0,086	0,403 - 0,000
Verbiss Seitentrieb:	0,298	0,122	0,116	0,414 - 0,182	0,530 - 0,065
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,021	0,004	0,022	0,043 - 0,000	0,065 - 0,000

Verbisskriterien nach Baumarten

Drei-Segment-Stichprobe (Ringscheibe 2)

Baumart: Eberesche (451)

Anzahl Probepunkte: 1

mittl. Baumzahl/Probepunkt: 1,0

mittl. Baumzahl/ha: 500,0

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Leittrieb:	1,000	0,000	0,000	1,000 - 1,000	1,000 - 1,000
Verbiss Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,000	0,000	0,000	0,000 - 0,000	0,000 - 0,000

Gesamt

Anzahl Probeflächen: 66

Verbisskriterium	Anteil	Varianz	Standard- fehler	Konfidenz- intervall	Konfidenz- intervall (0,05)
Unverbissen:	0,419	0,065	0,031	0,450 - 0,387	0,481 - 0,356
Verbiss Leittrieb:	0,289	0,024	0,019	0,308 - 0,270	0,327 - 0,251
Verbiss Seitentrieb:	0,032	0,002	0,006	0,038 - 0,027	0,043 - 0,021
Verbiss Leit-/Seitentrieb:	0,248	0,088	0,037	0,284 - 0,211	0,321 - 0,174

Anhang A.6

F-Test Baumartenverteilung:
 Grenzwert F-Verteilung ($\alpha = 0,05$)
 F-Wert

Buche

Aufnahmebereiche	Nordtrans-sekt	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Nordtransekt	X	1,53	1,52	1,53
		1,87	2,57	2,47
Innenkreis	X	X	1,40	1,40
			1,37	1,32
Ringscheibe 1	X	X	X	1,40
				1,04
Ringscheibe 2	X	X	X	X

Hainbuche

Aufnahmebereiche	Nordtrans-sekt	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Nordtransekt	X	2,10	2,10	2,10
		3,27	2,46	3,18
Innenkreis	X	X	1,84	1,84
			1,33	1,03
Ringscheibe 1	X	X	X	1,84
				1,29
Ringscheibe 2	X	X	X	X

Esche

Aufnahmebereiche	Nordtrans-sekt	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Nordtransekt	X	1,45	1,45	1,45
		1,29	1,11	1,05
Innenkreis	X	X	1,39	1,39
			1,43	1,23
Ringscheibe 1	X	X	X	1,39
				1,16
Ringscheibe 2	X	X	X	X

Bergahorn

Aufnahmebereiche	Nordtrans-sekt	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Nordtransekt	X	1,43	1,43	1,43
		1,34	1,27	1,36
Innenkreis	X	X	1,38	1,38
			1,05	1,02
Ringscheibe 1	X	X	X	1,38
				1,07
Ringscheibe 2	X	X	X	X

F-Test Schadmerkmal
 Grenzwert F-Verteilung ($\alpha = 0,05$)
 F-Wert

Leittriebverbiss

Aufnahme- bereiche	Nordtrans- sekt	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Nordtransekt	X	1,35	1,35	1,35
		1,31	1,26	1,28
Innenkreis	X	X	1,34	1,34
			1,03	1,02
Ringscheibe 1	X	X	X	1,34 1,02
Ringscheibe 2	X	X	X	X

ohne Verbiss

Aufnahme- bereiche	Nordtrans- sekt	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Nordtransekt	X	1,35	1,35	1,35
		1,14	1,18	1,15
Innenkreis	X	X	1,34	1,34
			1,03	1,01
Ringscheibe 1	X	X	X	1,34 1,02
Ringscheibe 2	X	X	X	X

Seitentriebverbiss

Aufnahme- bereiche	Nordtrans- sekt	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Nordtransekt	X	1,35	1,35	1,35
		1,51	1,51	2,11
Innenkreis	X	X	1,34	1,34
			1,00	1,40
Ringscheibe 1	X	X	X	1,34 1,40
Ringscheibe 2	X	X	X	X

Seiten- und Leittriebverbiss

Aufnahme- bereiche	Nordtrans- sekt	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Nordtransekt	X	1,35	1,35	1,35
		1,10	1,07	1,03
Innenkreis	X	X	1,34	1,34
			1,03	1,06
Ringscheibe 1	X	X	X	1,34 1,04
Ringscheibe 2	X	X	X	X

Anhang A.7

t-Test Baumartenverteilung

Grenzwert t-Test: 1,98

	t_{Leittrieb}	t_{ohne Verbiss}	t_{Seitentrieb}	t_{Leit- u. Seitentrieb}
S1/S2	0,167	0,047	0,000	0,128
S1/S3	0,168	0,071	1,118	0,129
S2/S3	0,000	0,023	1,118	0,254

t-Test Schadmerkmal

Grenzwert t-Test: 1,98

	t_{Leittrieb}	t_{ohne Verbiss}	t_{Seitentrieb}	t_{Leit- u. Seitentrieb}
S1/S2	0,167	0,047	0,000	0,128
S1/S3	0,168	0,071	1,118	0,129
S2/S3	0,000	0,023	1,118	0,254

Anhang A.8

Optimierung Einzelsegmentweise Betrachtung

Baumarten ($e_{\%} = 5 \%$)

Stichprobenumfang ($e_{\%} = 5 \%$)			
Baumart	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Buche	4.797	3.494	3.636
Hainbuche	55.310	73.373	56.889
Esche	1.724	2.458	2.113
Bergahorn	1.836	1.926	1.799

Zeitbedarf (min)			
Baumart	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Buche	29.886	20.928	21.382
Hainbuche	344.583	439.503	334.507
Esche	10.741	14.724	12.423
Bergahorn	11.438	11.539	10.579

Verbisskriterien ($e_{\%} = 5 \%$)

Stichprobenumfang ($e_{\%} = 5 \%$)			
Verbisskriterium	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Leittrieb	1.132	1.171	1.153
Ohne Verbiss	1.090	1.123	1.101
Leit- u. Seitentrieb	1.745	1.792	1.858
Seitentrieb	2.938	2.938	2.104

Zeitbedarf (min)			
Verbisskriterium	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Leittrieb	7.054	7.017	6.777
Ohne Verbiss	6.788	6.728	6.471
Leit- u. Seitentrieb	10.871	10.734	10.924
Seitentrieb	18.307	17.601	12.371

Baumarten ($e_{\%} = 10 \%$)

Stichprobenumfang ($e_{\%} = 10 \%$)			
Baumart	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Buche	1.199	873	909
Hainbuche	13.828	18.343	14.222
Esche	431	615	528
Bergahorn	459	482	450

Zeitbedarf (min)			
Baumart	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Buche	7.472	5.232	5.345
Hainbuche	86.146	109.876	83.627
Esche	2.685	3.681	3.106
Bergahorn	2.860	2.885	2.645

Verbisskriterien ($e_{\%} = 10 \%$)

Stichprobenumfang ($e_{\%} = 10 \%$)			
Verbisskriterium	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Leittrieb	283	293	288
Ohne Verbiss	272	281	275
Leit- u. Seitentrieb	436	448	464
Seitentrieb	735	735	526

Zeitbedarf (min)			
Verbisskriterium	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Leittrieb	1.763	1.754	1.694
Ohne Verbiss	1.697	1.682	1.618
Leit- u. Seitentrieb	2.718	2.684	2.731
Seitentrieb	4.577	4.400	3.093

Anhang A.9

Optimierung Drei-Segment-Stichprobe

Baumarten ($e_{\%} = 5 \%$)

Stichprobenumfang ($e_{\%} = 5 \%$)			
Baumart	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Buche	1.904	1.957	1.719
Hainbuche	6.664	10.059	7.111
Esche	989	1.254	957
Bergahorn	1.265	1.376	1.146

Zeitbedarf (min)			
Baumart	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Buche	20.350	19.917	17.018
Hainbuche	71.237	102.402	70.400
Esche	10.572	12.764	9.472
Bergahorn	13.520	14.007	11.349

Verbisskriterien ($e_{\%} = 5 \%$)

Stichprobenumfang ($e_{\%} = 5 \%$)			
Verbisskriterium	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Leittrieb	493	453	435
Ohne Verbiss	647	597	454
Leit- u. Seitentrieb	1.877	2.278	2.049
Seitentrieb	2.938	2.938	3.156

Zeitbedarf (min)			
Verbisskriterium	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Leittrieb	5.271	4.616	4.302
Ohne Verbiss	6.913	6.075	4.496
Leit- u. Seitentrieb	20.067	23.194	20.285
Seitentrieb	31.412	29.914	31.243

Baumarten ($e_{\%} = 10 \%$)

Stichprobenumfang ($e_{\%} = 10 \%$)			
Baumart	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Buche	476	489	430
Hainbuche	1.666	2.515	1.778
Esche	247	313	239
Bergahorn	316	344	287

Zeitbedarf (min)			
Baumart	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Buche	5.087	4.979	4.255
Hainbuche	17.809	25.601	17.600
Esche	2.643	3.191	2.368
Bergahorn	3.380	3.502	2.837

Verbisskriterien ($e_{\%} = 10 \%$)

Stichprobenumfang ($e_{\%} = 10 \%$)			
Verbisskriterium	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Leittrieb	123	113	109
Ohne Verbiss	162	149	114
Leit- u. Seitentrieb	469	570	512
Seitentrieb	735	735	789

Zeitbedarf (min)			
Verbisskriterium	Innenkreis	Ringscheibe 1	Ringscheibe 2
Leittrieb	1.318	1.154	1.076
Ohne Verbiss	1.728	1.519	1.124
Leit- u. Seitentrieb	5.017	5.799	5.071
Seitentrieb	7.853	7.478	7.811

Anweisung
zur
terrestrischen Datenerhebung
für das
Kulturqualitätsmanagement
im
Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt

(basierend auf dem „kombinierten Ringscheibenverfahren“ [Trisl 2008])



Herausgeber:

Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt
Lennestraße 6
39112 Magdeburg
www.landesforstbetrieb.sachsen-anhalt.de

Entwicklung und Konzeption:

Forstplanungsbüro
Dr. Oliver Trisl
In der Schleene 8
37136 Waake
www.forstplanung-trisl.de

unter Mitwirkung der:

Freiberuflichen Sachverständigen der ARGE Wildschaden
des Landes Sachsen-Anhalt

Inhaltsverzeichnis	
1 Einleitung	1
2 Verfahrensbeschreibung	1
2.1 Grundgesamtheit	1
2.2 Stichprobendesign	2
2.3 Kartographische Projektierung	2
2.3.1 Anzahl und Anordnung der Ringscheiben in den Verjüngungsbeständen	2
2.3.1.1 Sonderformen	4
2.3.2 Einmessstrecke	5
3 Terrestrische Datenerhebung	6
3.1 Zeitpunkt	6
3.2 Einmessen des Inventurrastemetzes	6
3.3 Datenaufnahme	7
3.3.1 Aufnahme-Messstock	7
3.3.2 Ablauf der Datenaufnahme	7
3.2.2.1 Größenklassen	8
3.2.2.2 Aufnahmekriterien – quantitative Merkmale	8
3.2.2.3 Aufnahmekriterien – qualitative Merkmale	9
3.4 Aufnahmeformulare	10
4 Dateneingabe	12
5 Datenauswertung	16
6 Literatur	17
Anhang	18



Anweisung für das Kulturqualitätsmanagement im Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt

1 Einleitung

Vorliegende Aufnahmeanleitung beschreibt das Verfahren zur terrestrischen Datenerhebung von Verjüngungsbeständen aus Natur- und Kunstverjüngung für das Kulturqualitätsmanagement.

Zentrales Element der terrestrischen Datenaufnahme ist die Stichprobenform einer kombinierten **Ringscheibe**, die gegenüber dem konventionellen Probekreis Vorteile hinsichtlich des mathematisch-statistischen Fehlerrahmens sowie des Zeitaufwandes der Aufnahme bietet.

Das Verfahren liefert Informationen zur **Zusammensetzung** und zum **Deckungsgrad** der Verjüngungsbestände in den verschiedenen **Höhenklassen**. Darüber hinaus werden die ggf. bestehenden **Schädigungen aufgrund biotischer und abiotischer Einflüsse** (Leittrieb, Verbiss anderer als Schalenwildarten, Fegeschäden, Trocknisschäden, usw.) sowie ggf. erfolgte Verbisschutzmaßnahmen differenziert erhoben.

2 Verfahrensbeschreibung

2.1 Grundgesamtheit

Die Grundgesamtheit wird aus den in die Inventur einzubeziehenden Beständen gebildet. Dies sind für das Kulturqualitätsmanagement im Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt die

- 4- bis 6jährigen Kulturflächen sowie die
- 9- bis 11jährigen Naturverjüngungsbestände und Voranbauflächen.

Diese werden aus dem Datenspeicher Wald extrahiert. Je nach Inventurfragestellung werden alle oder eine Auswahl dieser Bestände in die terrestrische Datenerhebung einbezogen.

Sollen nicht alle sondern nur eine Auswahl von Beständen in die terrestrische Datenerhebung einbezogen werden, müssen diese Bestände aus der Grundgesamtheit über eine **Zufallsstichprobe** ausgewählt werden. Dies kann aus der Liste der Bestände mittels eines Zufallszahlengenerators erfolgen.

Die so ermittelten Bestände bilden die Basis für die terrestrische Datenerhebung.



2.2 Stichprobendesign

Die terrestrische Datenerhebung in den ausgewählten Beständen erfolgt über Stichproben, die aus einem, in Abhängigkeit der Größe des Bestandes, bestehenden **Netz von Ringscheiben** gebildet werden. Abbildung 1 stellt **eine** Ringscheibe graphisch dar.

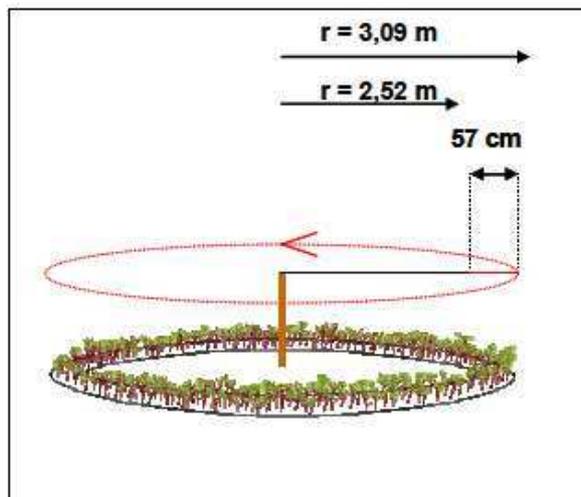


Abb. 1 Graphische Darstellung einer Ringscheibe

Die Ringscheibe wird durch den zwischen den Radien von **2,52 m** und **3,09 m** um einen Mittelpunkt gebildeten Strecke definiert. Diese Strecke umfasst **57 cm** und bildet den "Abtastbereich". Durch die lotrechte Ausrichtung eines Stabes am Mittelpunkt und der radialen, waagerechten Führung einer daran angebrachten Aufnahmeschnur wird so nach einem Vollkreis eine Ringscheibe fester Größe definiert. Diese Ringscheibe umfasst eine Fläche von **10 m²**. Bei waagerechter Führung der Aufnahmeschnur kann in geneigtem Gelände auf einen **rechnerischen Hangausgleich** verzichtet werden.

2.3 Kartographische Projektierung

2.3.1 Anzahl und Anordnung der Ringscheiben in den Verjüngungsbeständen

Die Anzahl der Ringscheiben pro zu bonitierenden Bestand ist abhängig von der Größe der Bestände und wird durch ein **quadratisches Rasternetz** mit einem Knotenabstand von **50 m * 50 m** in den jeweiligen Beständen definiert. Als Hilfsmittel im Rahmen der kartographischen Projektierung kann eine entsprechende Rasterfolie (vgl. Abbildung 2) dienen.



Dieses **Rasternetz** wird zuvor im Rahmen des Kartenstudiums so in der Abteilung positioniert, dass sich die größtmögliche Zahl an Ringscheiben ergibt. Ein **Randbereich** von **10 m** bleibt dabei unberücksichtigt, um Randeffekt zu minimieren. Dabei wird das Rasternetz immer Nord-Süd, bzw. West-Ost ausgerichtet. Die Abbildungen 3 a und 3 b zeigt dies beispielhaft auf.

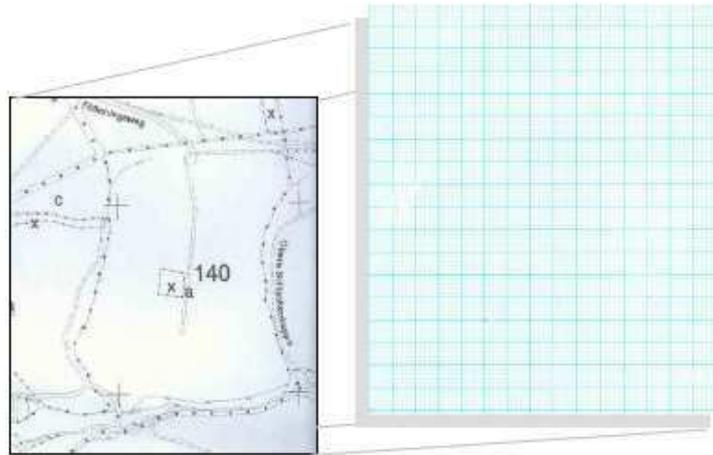


Abb. 2 Rasterfolie als Hilfsmittel Probepunktpositionierung

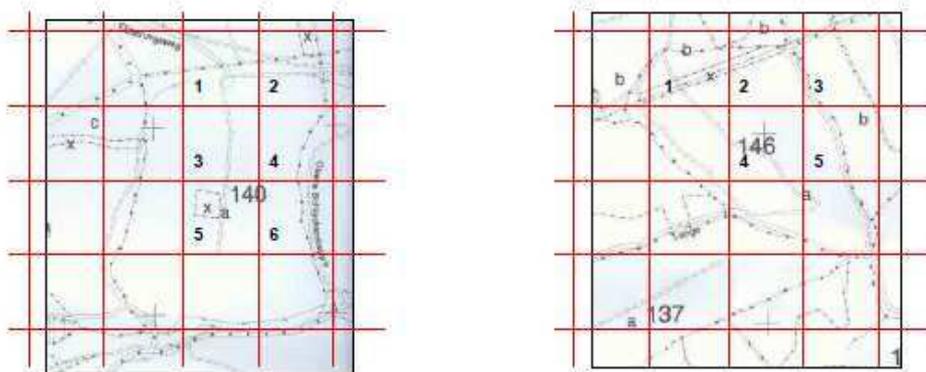


Abb. 3 a und 3 b Rasternetzpositionierung in verschiedenen Bestandesformen



Die Ringscheiben werden, beginnend mit der nordwestlich gelegenen Ringscheibe, in jedem Bestand fortlaufend durchnummeriert und in der entsprechenden Spalte in dem Aufnahmebogen notiert (vgl. Abb. 8).

Fällt ein Mittelpunkt einer Ringscheibe innerhalb eines Bestandes auf Nichtholzboden, wie z. B. den Bestand durchlaufende Wege oder Äsungsflächen, entfällt an dieser Stelle die Ringscheibe und die nächste Ringscheibe wird in 50 m Entfernung eingerichtet. Der Grund des Ausfalls wird im Bemerkungsfeld des Aufnahmebogens vermerkt, die fortlaufende Nummer der entfallenden Ringscheibe entfällt ebenfalls.

2.3.1.1 Sonderformen

Liegt innerhalb eines Bestandes eine nicht relevante Unterabteilung oder ragt in den zu erhebenden Bestand ein anderer, nicht relevanter Bestand hinein, bleiben die in diese Bereiche fallenden Ringscheiben unberücksichtigt, die Ziffer der fortlaufenden Nummerierung fällt dann aus (vgl. Punkt. 7 in Abb. 4). In dem entsprechenden Spaltenblock des Aufnahmebogens wird der Grund für den Ausfall notiert.

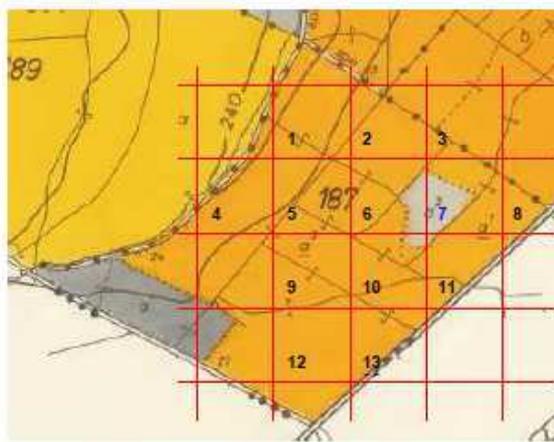


Abb. 4 Rasternetzpositionierung über eine nicht zu berücksichtigenden Unterabteilung

Sind die zu erhebenden Bestände gezäunt, bzw. fallen einzelne Ringscheiben in gezäunte Bereiche, werden diese unbeeinflusst davon aufgenommen und der Zaunschut in der entsprechenden Zeile des Aufnahmebogens vermerkt.



2.3.2 Einmessstrecke

Die Einmessstrecke zur ersten Ringscheibe (vgl. blaue Linie in Abbildung 6) wird vor der terrestrischen Datenerhebung im Rahmen des Kartenstudiums ermittelt und in das Wegeprotokoll aufgenommen. Dieses kann handschriftlich in die ausgedruckten Aufnahmebögen erfolgen oder bereits vor Ausdruck der Bögen in die Datenbank, so dass die Angaben dann im Ausdruck erscheinen (vgl. Abbildung 8).

Dabei wird zunächst die Wegestrecke entlang einer im Rahmen des Kartenstudiums eindeutig bestimmbar Wegführung (Fahrweg, Abteilungslinie usw.) bis zum Punkt des Einstieges in den Bestand bestimmt und unter Bezeichnung des entsprechenden Weges in das Wegeprotokoll aufgenommen. Von diesem Punkt aus erfolgt der Anmarsch zur ersten Ringscheibe aus Gründen der Praktikabilität und der Fehlervermeidung möglichst in einer der vier (Haupt-)Himmelsrichtungen. Diese Strecke wird ebenfalls abgetragen und unter Angabe der Himmelsrichtung in das Wegeprotokoll aufgenommen. Abbildung 5 zeigt beispielhaft ein Wegeprotokoll zu einem Stichprobenpunkt als Ausschnitt des Dateneingabemaske (vgl. Abbildung 10.1).

Wegstrecke bis Einstieg (m):	<input type="text" value="55"/>
Wegstrecke bis Punkt (m):	<input type="text" value="30"/>
Orientierung:	<input type="text" value="S"/>

Abb. 5 Ausschnitt Wegeprotokoll

Jeder so im Rahmen der kartographischen Projektierung ermittelte Anmarschweg muss im Rahmen der terrestrischen Inventur überprüft und kann dann ggf. durch eine sich terrestrisch geeigneter zu realisierende Version ersetzt werden.



3 Terrestrische Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgt aus Gründen der Praktikabilität im Zwei-Personen-Trupp. Dabei übernimmt eine Person die Ansprachearbeit, die zweite die Protokolltätigkeit. Die zu erhebenden Daten werden in einen Aufnahmebogen eingetragen (vgl. Abb. 8).

3.1 Zeitpunkt

Der geeignete Zeitpunkt für Verbiss- und Verjüngungsinventuren ist das Frühjahr vor Laubaustrieb, da die Hauptverbissbelastung in den vegetationsarmen Wintermonaten erfolgt und diese für das Wachstum der Pflanze deutlich ungünstiger zu bewerten ist als ein Sommergebiss an ausgetriebenen Pflanzen.

3.2 Einmessen des Inventurrasternetzes

Die terrestrische Datenerhebung beginnt mit dem Einmessen zum Anfangspunkt der Inventurrasternetzes gemäß den Angaben des Wegeprotokolls ausgehend von einem eindeutig kartographisch fixierten Punkt (Wegekreuzung, Abteilungslinie usw.) im Schrittmaß (in Abbildung 6 durch die blaue Linie angedeutet). Dafür ist zuvor das Schrittmaß der jeweiligen Person festzustellen.

Dieser Punkt stellt den Mittelpunkt der ersten Ringscheibe dar. Für ggf. notwendige Kontrollmessungen ist dieser Mittelpunkt, wie auch die weiteren Ringscheibenmittelpunkte, mittel farbigen Forstband zu markieren.

Nach Beendigung der Datenaufnahme (vgl. 3.3) wird die nächste Ringscheibe (2) in einer Entfernung von 50 m gemäß dem Knotenabstand des Rasternetzes (50 m) ein gemessen.

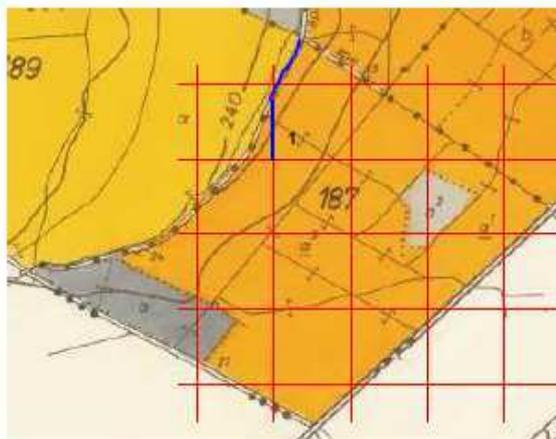


Abb. 6 Einmessstrecke zu Ringscheibe 1



3.3 Datenaufnahme

3.3.1 Aufnahme-Messstock

Als Hilfsmittel zur räumlichen Abgrenzung der Ringscheiben und zur Ermittlung der Höhenstufen diene ein speziell entwickelter Messstock (vgl. Abb. 7). Am unteren Ende des 1,8 m langen Messstocks befindet sich eine geschmiedete Metallspitze mit einem Querdom, mit dessen Hilfe der Messstock am Probekreismittelpunkt fixiert werden kann. Eine Libelle erleichtert das lotgerechte Ausrichten des Messstocks. Mittels einer mit Klemmschraubung fixierbaren Hülse kann die am Probekreis jeweils notwendige Bonitürhöhe eingestellt werden. Die Bonitürhöhe orientiert sich an der Höhe der vorgefundenen Verjüngung. Findet sich Verjüngung überwiegend unter 50 cm wird eine Bonitürhöhe von 50 cm eingestellt. Auf der fixierbaren Hülse ist eine weitere, frei drehbare Hülse aufgesetzt, an die eine handelsübliche selbsteinrollende Hundeleine eingehängt wird, auf die die entsprechenden Markierungen der verschiedenen Radien aufgezeichnet wurden.



Abb. 7 Aufnahme-Messstock

Durch die lotrechte Ausrichtung des Messstockes und der radialen, waagerechten Führung der Aufnahmeleine werden Probekreise fester Größe definiert. Auf einen ggf. notwendigen rechnerischen Hangausgleich kann so verzichtet werden.

Auf dem Messstock befindet sich ein Suunto-Kompass in einer speziellen Halterung. Dieser dient zum einen während der Einmessarbeit zum Probepunkt der Peilung der Einmesstrecke, zum anderen während der Aufnahme am Probepunkt der Peilung zum Einrichten der weiteren Teilprobeflächen. Zudem kann der Kompass bei der Aufnahme der Probebäume als Hilfsmittel zur Bestimmung der Anfang- und Endpunkte der Kreisbögen genutzt werden.

3.3.2 Ablauf der Datenaufnahme

Während der Datenaufnahme am Probepunkt bewegt sich die aufnehmende Person entlang des durch die Aufnahmeleine "abgetasteten" Bereichs der Ringscheibe (vgl. Abb. 1) und spricht die Probebäume an, die der Protokollführer vermerkt. Dabei werden die Baumart mit ihrer Größe sowie die ggf. zu verzeichnenden biotischen und abiotischen Schäden infolge von Verbiss angesprochen. Bei der Ansprache ist die Position des Wurzelhalses entscheidend für die Aufnahme in die Ringscheiben. Zwiesel werden nur einfach gezählt, Stockausschläge bleiben unberücksichtigt.

Als Hilfsmittel zur Größenklassenabgrenzung dient insbesondere für Größengrenzbäume in größerer Entfernung zum Aufnahmestock ein handelsüblicher Zollstock.



3.3.2.1 Größenklassen

Die Verjüngung wird getrennt in die zuvor definierten Größenklassen aufgenommen. Die Größenklassen sind wie folgt definiert:

- 1 – 19,9 cm = Größe 0,
- 20 – 49,9 cm = Größe 1,
- 50 – 99,9 cm = Größe 2,
- 100 - 150 cm. = Größe 3 und
- über 150 cm = Größe 4.

In reinen **Rehwildrevieren** (ohne Rot-, Dam- und Muffelwildvorkommen) wird die Verjüngung nur bis zur **Größe 3** aufgenommen.

3.3.2.2 Aufnahmekriterien – quantitative Merkmale

Die im Rahmen der terrestrischen Inventur auf den Ringscheiben erfassten Bäume werden differenziert in die **Größenklassen 1 bis 4** (vgl. 3.3.2.1) sowie getrennt in folgende Aufnahmekriterien

- ohne Verbiss,
- Verbiss (Leittriebverbiss hervorgerufen durch Schalenwild)

nach ihrer Anzahl erhoben.

Die Verjüngung der **Größenklasse "0"** wird in **Prozent ihres Deckungsgrades** eingeschätzt.

Die **weiteren Schädigungen**, wie

- Verbiss durch andere faunistische Prädatoren (Hase, Kaninchen, Maus),
- Insekten,
- Pilze,
- abiotische Schäden (infolge Trocknis, Wind) und
- Fegeschäden bzw.
- Kombinationen aus den genannten Schädigungen

werden in **definierten Prozentwerten pro Segment** geschätzt. Die prozentualen Schätzstufen sind wie folgt definiert;

bis 10%

11% bis 20%

21% bis 30%

31% bis 40%

:

:

91% bis 100%.



Daneben können für jedes Segment in der Bemerkungsspalte die ggf. erfolgten **Schutzmaßnahmen** nach folgender Verschlüsselung erhoben werden:

- Zaun intakt
- Zaun defekt
- Einzelschutz mechanisch
- Einzelschutz chemisch
- Schälschutz
- Mäusebekämpfung
- sonstige Maßnahmen.

In der Spalte "Maßnahmen" werden die empfohlenen weiteren Maßnahmen der Bestandesbehandlung aufgenommen:

- Ohne Maßnahme
- Zaunneubau
- Zaunabbau
- Zauninstandsetzung
- Einzelschutz
- Einzelschutz entfernen
- Ergänzung
- Wiederholung
- Chemische Kulturpflege
- Mechanische Kulturpflege
- Baumart fördern
- Baumart zurückdrängen
- Baumart entfernen
- Lichtsteuerung im Schirm
- Schälschutz
- Mäusebekämpfung
- Sonstige Maßnahme

3.3.2.3 Aufnahmekriterien – qualitative Merkmale

Auf der Aufnahmebogenrückseite vermerkt das Aufnahmeteam alle nicht quantitativ fassbaren Kriterien wie

- Einschätzung zur Wirksamkeit und Zustand der Schutzmaßnahmen,
- Notwendige Maßnahmen zur Verbesserung des Zustandes,
- Hinweise auf eine Eignung zur Anlage von Weiserflächenpaaren,
- Stand der Kultursicherung

im Klartext.



3.4 Aufnahmeformulare

Abbildung 8 zeigt das **Aufnahmeformular** für die terrestrische Datenerhebung. In dieses werden neben der Probepunktnummer alle wesentlichen **Angaben zum Forstort**, das **Wegeprotokoll** und **Angaben zum Aufnahmeteam** aufgenommen sowie ggf. auch die **Blattnummer** bei Anfügen weiterer Aufnahmeformulare an einem Probepunkt vermerkt.

Für jede der fünf Größenklassen (vgl. 3.3.2.1) ist ein gesonderter Zeilenblock zur Datenaufnahme von max. fünf verschiedenen Baumarten aufgeführt. Jeder Zeilenblock verfügt pro Blatt über zehn Spaltenblöcke für die Aufnahme von zehn Ringscheiben. Jeder Spaltenblock ist für die Größenklassen 1 bis 4 weiter in zwei Spalten zur Aufnahme der unverbissenen sowie der Bäume mit Leittriebverbiss unterteilt. (Die Bäume der Größenklasse "0" werden nur nach ihrem Deckungsgrad erfasst).

Kommen mehr als fünf verschiedene Baumarten pro Segment in der Verjüngung vor, muss ein weiteres (Blanko)-Aufnahmeformular angefügt werden und unter der Blattnummer in der Kopfzeile vermerkt werden.

Kommen mehr als zehn Ringscheiben in einem Bestand vor, muss ebenfalls ein weiteres (Blanko)-Aufnahmeformular angefügt werden, die Ringscheibenummer entsprechend verändert werden und unter der Blattnummer in der Kopfzeile vermerkt werden.

Im Rahmen der terrestrischen Datenaufnahme werden die erfassten **Bäume** jeder Ringscheibe sowie die **Bäume mit Verbisschäden** durch Schalenwild in **Form einer Strichliste** erfasst.

Die **anderen Schädigungen** werden gemäß den angegebenen **Schädigungsstufen in Prozent** geschätzt und in die Fußzeile der jeweiligen Ringscheibenblöcke gemäß der Schlüsselziffer (vgl. Anhang) eingetragen.

In der jeweils vorletzten Zeile der einzelnen Ringscheibenblöcke besteht die Möglichkeit **Bemerkungen** anzufügen, für die es einen Schlüssel gibt (vgl. Anhang).

Ebenso können die **weiteren Maßnahmen** in Form von Schlüsselziffern (vgl. Anhang) aufgenommen werden.



Kulturqualitätsmanagement im Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt

Datum		Kulturqualitätsmanagement 2008 Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt											
Forstbetrieb		Revier		Adresse		Alter		Blattnummer					
Pfadepunkt Nr.		Team											
Streckenlänge bis		Strategie		Wertstricke				Streckenlänge bis F-pkt				Orientierung	
Ringschleife		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Bezeichnung		Deckungsgrad in %		Deckungsgrad in %		Deckungsgrad in %		Deckungsgrad in %		Deckungsgrad in %		Deckungsgrad in %	
Grenze 0 (1-10 km)													
Grenze 1 (10-40 km)													
Grenze 2 (40-60 km)													
Grenze 3 (60-100 km)													
Grenze 4 (100-150 km)													
Bezeichnung		Uwert	Verfall	Uwert	Verfall	Uwert	Verfall	Uwert	Verfall	Uwert	Verfall	Uwert	Verfall
Grenze 1 (10-40 km)													
Grenze 2 (40-60 km)													
Grenze 3 (60-100 km)													
Grenze 4 (100-150 km)													
Art		%	Art	%	Art	%	Art	%	Art	%	Art	%	Art
andere Schäden													
Bemerkungen													
Maßnahmen													

Abb. 8 Datenaufnahmebogen



4 Datenbank

Die Datenverwaltung und die Datenauswertung erfolgt datenbankgestützt. Nach Doppelklick auf das Dateisymbol öffnet sich die Startseite (vgl. Abb. 9).



Abb. 9 Startseite der Datenbank

Die **Dateneingabe** kann über die Vorauswahl von Forstbetrieb und Revier (vgl. Abb. 10.1) bzw. über die fortlaufende Nummer der Probepunkte (vgl. Abb. 10.2) erfolgen.

Darüber hinaus besteht auf der Startseite die Möglichkeit, die **Indexschlüsseldateien** zu erweitern bzw. zu pflegen. Durch klicken auf die Schaltflächen öffnet sich die entsprechende Indexdatei und die darin aufgenommenen Daten können bearbeitet werden.

Kulturqualitätsmanagement im Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt




Dateneingabe Kulturqualitätsmanagement Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt

Fläche: 707

Forstbetrieb: Altmark

Revier: Erbsen

Abteilung: 4104

Unterakt: c

Teilfläche: 0

Bezeichnung: Unte Schen

Flächengröße: 2,3 ha

Alter ges. FE: 2 bis 5jährig

Alter: 0

Kulturschönung:

Bestandesschutz: Flächendeckend geschützt

Wegstrecke bis Eintrag (m): 0

Wegstrecke bis Punkt (m): 15

Orientierung: 150

Aufnahmehöhe: M+0

Datum: 18.07.2008

Punkt erfüllt:

Ergänzung Sonstiges:

Erfassung Baume						sonstige Schäden					
Ring-scheibe	Baumart	Größen-Klasse	Zahl Bäume mit stehen Verbleib	Laubb.- verbleib	3. Anteil (Größe 0)	Kann- Baum (-1)	Ring-scheibe	Schadensart	prozentualer Anteil	Bemerkung	Maßnahme
1			0	0			2	Rass, Karst, b	90%		
3	111	20-39,5 cm	2	0			0			Zaun defekt	Zaunreparatur
4	111	20-39,5 cm	1	0							
2	412	20-39,5 cm	2	0							
4	412	20-39,5 cm	1	2							
4	412	20-39,5 cm	2	0							
2	111	20-39,5 cm	2	0							

Widersprüchliche
geplante Daten

Datensatz: 11.4 | 15 | 11 | von 10 (gezeigt)

Printansicht

Abb. 10.1 Dateneingabemaske der Datenbank (Forstbetrieb und Reviervorauswahl)

Kulturqualitätsmanagement im Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt




Dateneingabe Kulturqualitätsmanagement Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt

Fläche: 10

Forstbetrieb: Altmark

Revier: Südseele

Abteilung: 1114

Unterakt: c

Teilfläche: 0

Bezeichnung: Unte Schen

Flächengröße: 0,0 ha

Alter ges. FE: 2 bis 5jährig

Alter: 0

Kulturschönung:

Bestandesschutz: Flächendeckend geschützt

Wegstrecke bis Eintrag (m): 15

Wegstrecke bis Punkt (m): 30

Orientierung: 0

Aufnahmehöhe: M+0

Datum: 01.07.2008

Punkt erfüllt:

Ergänzung Sonstiges:

Erfassung Baume						sonstige Schäden					
Ring-scheibe	Baumart	Größen-Klasse	Zahl Bäume mit stehen Verbleib	Laubb.- verbleib	3. Anteil (Größe 0)	Kann- Baum (-1)	Ring-scheibe	Schadensart	prozentualer Anteil	Bemerkung	Maßnahme
2	201	>150 cm	3	0			2	Fegen, Schlag	90%		
4	201	50-99,5 cm	1	0			4	Fegen, Schlag	30%		
2	201	>150 cm	8	0			3	Fegen, Schlag	90%		
1	111	50-99,5 cm	3	0							
4	201	ab 100 cm	4	0							
1	111	20-49,5 cm	1	0							
3	201	50-99,5 cm	0	3							

Abb. 10.2 Dateneingabemaske der Datenbank (Probepunktnummer)

Die beiden Eingabemasken unterscheiden sich lediglich in der Art der Möglichkeit der Probepunktauswahl.



Bei **Vorauswahl von Forstbetrieb und Revier** stehen lediglich die auf dieses Revier entfallenden Punkte zur Dateneingabe zur Verfügung und lassen sich durch weiterklicken in der Fußzeile "durchschalten".

Bei der **Probepunktauswahl** lassen sich alle Punkte über die Schaltfläche in der Kopfzeile erreichen.

In alle weiß hinterlegten Felder können im Rahmen der Dateneingabe Eintragungen vorgenommen werden bzw. durch die Menüdateien ausgewählt und durch anklicken in den Datensatz übernommen werden.

Die Angaben in der **Kopfzeile** beziehen sich auf den **Bestand**. Hier kann das von den Angaben der Forsteinrichtung (Alter gem. FE) ggf. **abweichende Bestandesalter** vermerkt werden. Darüber hinaus wird der **Anmarschweg** sowie das **Aufnahmeteam** vermerkt werden.

Die Angaben darunter in dem linken Seitenbereich nehmen die auf den **Ringscheiben** erhobenen **Daten** auf.

Bei der Dateneingabe der auf den **Ringscheiben erhobenen Daten** wird zunächst **jedem Datensatz** die **Ringscheibenummer** vorangestellt. Dann werden die vorgefundenen **Baumarten, ohne sowie mit Verbiss**, nach **ihrer Zahl** und ihrer jeweiligen **Größenklassen** getrennt, eingegeben. Baumart sowie Größenklasse lassen sich dabei aus den jeweiligen Menüs ausgewählt und durch anklicken eingefügt. Die Bäume der Größenklassen "0" (bis 20 cm Größe) werden nur mit ihrem Prozentualen Anteil aufgenommen.

Kommen auf einer Ringscheibe mehrere Baumarten bzw. eine Baumart mit unterschiedlichen Größenklassen vor, wird jede Baumart-Größenkombination in einem separaten Datensatz eingeben, dem jeweils die entsprechende Ringscheibenummer vorangestellt wird. (vgl. Abb. 10.1 bzw. 10.2: auf der Ringscheibe 1 konnten zwei verschiedene Baumarten im Rahmen der terrestrischen Inventur erhoben werden).

Ist in einer Ringscheibe kein Baum zu verzeichnen gewesen, wird dies unter "**Kein Baum**" mit einer "**1**" vermerkt.

Der rechte Seitenbereich bietet die Möglichkeit, die **ergänzenden Daten** zu der einzelnen Ringscheiben zu erfassen.

Wenn erforderlich, lassen sich hier die **Begleitparameter** zu den erhobenen Ringscheiben auf der rechten Seite eingeben. Auch hier wird die entsprechende **Ringscheibenummer** dem Datensatz vorangestellt.

Damit schließt die Dateneingabe ab.

Über die Schaltfläche "Datenauswertung" gelangt man zur Übersicht der **Datenauswertungsdateien**, die wiederum durch anklicken der jeweiligen Schaltflächen erreicht werden (vgl. Abb. 11).



Abb. 11 Auswahl Datenauswertung



5 Datenauswertung

Die Datenauswertung lässt sich in quantitative und qualitative Auswertungskomponenten gliedern.

Die **quantitative Datenauswertung** gliedert sich in folgende **Auswertungsebenen**:

- Land,
- Forstbetrieb,
- Revier und
- Abteilung.

Für jede Auswertungsebene werden folgende **Auswertungskriterien** hergeleitet:

- Baumarten-Verteilung,
- Baumarten-Verteilung nach Größenklassen,
- Baumarten in ihrer Verteilung pro Hektar,
- Verbiss- und andere Schäden nach Baumarten,
- Verbiss- und andere Schäden nach Baumarten und Größenklassen,
- Anteil Baumarten mit Verbisschutz,
- Anteil geschützte Baumarten mit Verbiss und
- Mittlerer prozentualer Anteil der sonstigen Schäden nach Baumarten.

Diese Ergebnisse werden durch das Dateneingabe- und Auswertungsprogramm zur Verfügung gestellt.

Im Rahmen der **qualitativen Datenauswertung** werden diese quantitativen Kennwerte mit den qualitativen Kennwerten und Einschätzungen der Aufnahmeteams bewertet.

Daraus sind folgende Ergebnisse abzuleiten:

- Vergleich der im Rahmen der Inventur erhobenen Pflanzenzahlen pro Hektar mit den Ausgangspflanzenzahlen für die künstlich begründeten Bestände (buchmäßige Pflanzenzahl je Baumart) und Ermittlung des Quotienten aus beiden Zahlen,
- Gesamteinschätzung des Zustandes der Verjüngung im Vergleich zu den Empfehlungen des "Merkblattes für rationelle Pflanzverbände",
- Einschätzung des vorgefundenen Wildverbisses sowie der anderen biotischen Schädigungen im Bezug auf die Kultursicherheit,
- Einschätzung der grundsätzlichen Vitalität der vorgefundenen Verjüngung und
- baumartenspezifischen Empfehlungen zur zukünftigen Behandlung der Verjüngung.



6 Literatur

- AKÇA, A., 1995: FOREST INVENTORY. Unveröffentl. Skriptum, Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde d. Univ. Göttingen, 180 S.
- AKÇA, A., 1997: Waldinventur. Cuvillier Verlag, Göttingen, 140 S.
- KRAMER, H. u. AKÇA, A., 1995: Leitfaden zur Waldmeßlehre. J.D. Sauerländer's Verlag Frankfurt a. M., 3. Aufl., 266 S.
- SACHS, L., 1969: Statistische Auswertungsmethoden. Springer-Verlag Jena Stuttgart, 2. Aufl., 677 S.
- TRISL, O., 1998: Untersuchungen zur Entwicklung eines optimalen Stichprobenverfahrens für die langfristige Beobachtung der Schälschadensituation. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades. Hainholz Verlag Göttingen, Braunschweig, 230 S.
- TRISL, O. 2008: Kombiniertes Ringscheibenverfahren als neuartiges Verjüngungs- und Verbissinventurkonzept. 126 S, in Druck.
- ZÖHRER, F., 1980: Forstinventur. Verlag Paul Parey Hamburg, Berlin, S. 207.



Anhang

Baumartenschlüssel

Baumarten			
KI	<u>Kiefer</u>	MLB	Morgenländischer Lebensbaum
OKI	Gemeine Kiefer	ALB	Abendländischer Lebensbaum
WKI	Weymouthskiefer	SCZ	<u>Schwarzypresse</u>
BKI	Schwarzkiefer	LLZ	Lawsons Scheinzypresse
MKI	Murraykiefer	Z	Zypresse
RKI	Rumänische Kiefer	WA	<u>Wacholder</u>
BKI	Bergkiefer	QWA	Gemeiner Wacholder
ZKI	Zederkiefer	ZWA	Zedern-Wacholder
PKI	Cedarkiefer	RWA	Rot-Zedler
LA	<u>Lärche</u>	EIB	Eibe
ELÄ	Europäische Lärche	ATA	Anderlärche
JLÄ	Japanische Lärche	SNH	Sonstige Nadelbaumarten
HLÄ	Hybridlärche	EI	<u>Eiche</u>
FI	<u>Fichte</u>	SEI	Stieleiche
GF	Gemeine Fichte	TEI	Traubeneiche
SFI	Sitka-Fichte	ZEI	Zernische
WFI	Weißfichte	FEI	Sumperfichte
OFI	Ononifichte	REI	Rotfichte
BFI	Blaufichte	BEI	Bestand TEI / SEI
EFI	Engelmannfichte	BU	<u>Buche</u>
MFI	Schwarzfichte	RBU	Rotbuche
RFI	Rotfichte	HBU	Hainbuche
TA	<u>Tanne</u>	HB	Hopfenbuche
WTA	Weißtanne	ES	<u>Eiche</u>
KTA	Küsterlärche	GES	Gemeine Esche
CTA	Colorado-Tanne	RES	Rotfische
NTA	Nordmanntanne	AH	<u>Ahorn</u>
ETA	Amerikanische Edel-Tanne	BAH	Bergahorn
HTA	Hickortanne	SAH	Splintahorn
VTA	Veltchintanne	FAH	Feldahorn
OTA	Kornel-Tanne	ZAH	Zuckerahorn
DGL	<u>Douglasie</u>	EAH	Eschenblättriger Ahorn
ODG	Grüne Douglasie	IAH	Silberahorn
BDG	Blaue Douglasie	RÜ	<u>Röhle</u>
ODG	Grüne Douglasie	BRÜ	Bergröhle
HT	<u>Hemlocktanne</u>	WRÜ	Weißröhle
KHT	Kanadische Hemlocktanne	FRÜ	Feldröhle
WHT	Westamerikanische	HRÜ	Holländischer Röhle
MA	<u>Mannulbaum</u>	ORB	<u>Oberbaum</u>
RMA	Resen-Mannulbaum	VB	Vogelkirsche
KMA	Küstammannulbaum	GTK	Gewöhnliche Traubenkirsche
CRH	Chinesisches Rotholz	STK	Spätsblühende Traubenkirsche
ZSZ	Zweizelige Sumpfyypresse	AB	Waldäpfel
ASZ	Aufstehende Sumpfyypresse	BB	Wildäpfel
SIT	Sichttanne	SW	Steinweichsel
SCT	Schmittanne	SK	Steppen-Kirsche
LB	Lebensbaum	NUS	Nußbaum
REB	Riesenebensbaum	WNS	Walnuß
		AHB	Schwarznuß
		HI	Hickory
		EK	Edelkastanie
		BHA	Baumhasel
		GH	Gemeine Hasel
		RO	<u>Röhle</u>
		GLE	Amerikanische Gleditschie
		PL	Platane
		GR	Sonstige Goldregenart
		GG	Gemeiner Goldregen
		SH	Strauchige Heuschel
		ESB	Gemeiner Eibenstrauch
		GBS	Gemeiner Blasenstrauch
		SHL	Sonstige Hartlaubbaumarten
		BI	<u>Birke</u>
		GBI	Gemeine Birke
		MBI	Moorbirke
		ZBI	Zwerg-Birke
		KBI	Karpaten-Birke
		ERL	<u>Erlen</u>
		RER	Roterle
		WE	Weißerle
		GE	Grünerle
		LI	<u>Linde</u>
		WLI	Winterlinde
		SU	Sommerlinde
		PA	<u>Pappel</u>
		SPA	Europäische Schwarzpappel
		SPH	Schwarzpappelhybrid
		TPA	Trichocarpa-Pappel
		BPA	Balaampappel u. -hybrid
		GPA	Graupappel u. -hybrid
		WP	Silberpappel
		AS	Aspe
		HAS	Aspen-Hybrid
		WEI	<u>Weide</u>
		WW	Silberweide
		BW	Bruchweide
		FW	Fahlweide
		SW	Salweide
		PW	Pappus-Weide
		RW	Reiß-Weide
		KW	Korb-Weide
		MW	Moor-, Kriech-Weide
		AW	Salix repens x argentae
		NW	Schwarz-Weide
		LW	Lotbeer-Weide
		HW	Spiß-Weide
		TWE	Mandel-Weide
		ZWE	Zweifelhige Weide
		OWE	Glathe Weide
		CWE	Graue Weide
		OWE	Ort-Weide
		YWE	Mythenartige Weide
		MEB	<u>Mehlbeere</u>
		EB	Eberesche
		EEB	Edel-Eberesche
		ME	Echte Mehlbeere
		EL	Elsbeere
		SO	Spierling
		SHE	Schwedische Mehlbeere
		OO	Gemeiner Otterbaum
		RR	Rodkastanie
		MB	Maulbeere
		SWL	Sonstige Weichlaubbaumarten

Schlüssel andere Schäden

andere Schäden	
1	Hase, Kanin, Maus
2	Insekten
3	Pilze
4	abiotisch (Trocknis, Wasser, Wind ...)
5	Fege-, Schlag-, Schälschäden
6	Kombination aus mehreren



Bemerkungsschlüssel

Bemerkungen (Istzustand)	
1	Zaun intakt
2	Zaun defekt
3	Einzelerschutz mechanisch
4	Einzelerschutz chemisch
5	Schälschutz
6	Mäusebekämpfung
7	sonstige Maßnahmen

Maßnahmenschlüssel

weitere Maßnahmen	
0	ohne Maßnahmen kein Eintrag
1	Zaunneubau
2	Zaunabbau
3	Zauninstandsetzung
4	Einzelerschutz
5	Einzelerschutz entfernen
6	Ergänzung
7	Wiederholung
8	chemische Kulturpflege
9	mechanische Kulturpflege
10	Baumart fördern
11	Baumart zurückdrängen
12	Baumart entfernen
13	Lichtsteuerung im Schirm
14	Schälschutz
15	Mäusebekämpfung
16	sonstige Maßnahmen

Materialzusammenstellung

- Messstock mit aufgesetzten Kompass und Aufnahmeschnur
- Zollstock
- Farbiges Forstband
- Aufnahmebögen
- Arbeitskarte

