

Bereich Waldarbeit, Forsttechnik und Betriebsmanagement

Forschungsschwerpunkte und laufende Projekte

von Gunther Ohrner*

An der LWF werden die Forschungs- und Entwicklungsaufgaben zu praktischen Fragestellungen für den Forstbetrieb in den Arbeitsbereichen Waldarbeit und Forsttechnik, Betriebswirtschaft sowie Holzenergie und -verwertung im Sachgebiet IV bearbeitet. Als Daueraufgabe betreuen Mitarbeiter des Sachgebietes die bayerischen Teilnehmer des bundesweiten Testbetriebsnetzes Forstwirtschaft, aus dem nahezu die einzigen betrieblichen Kennzahlen zum Privat- und Körperschaftswald über 200 ha Größe gewonnen werden. Jährliche Erhebungen zu Holzeinschlag und -verkauf im Kleinprivatwald Bayerns ergänzen die für Staatsforstverwaltung und Politik unentbehrlichen Informationen zum Privat- und Körperschaftswald. Einen weiteren dauerhaften Schwerpunkt stellt das Themenspektrum Holzenergie dar, wofür die Staatsforstverwaltung Mitte der 1990er Jahre die Stelle eines Beraters einrichtete. Aus den zahlreichen Kontakten ergaben sich in den letzten Jahren mehrere Forschungsprojekte, deren Ergebnisse bundesweit rege nachgefragt werden. Im Bereich der konventionellen Holzverwertung ist das Sachgebiet regelmäßig zu Fragen der Werksvermessung gefordert und ist Ansprechpartner zum Programm „Holzernte“, mit dem eine wesentlich bessere Vorkalkulation von Erntemaßnahmen ermöglicht wird. Eine ständige Aufgabe der Forsttechnikspezialisten besteht darin, neue Entwicklungen zu begutachten und interessante Verfahren mittels Arbeitsstudien hinsichtlich ihrer ökonomischen, ergonomischen sowie ökologischen Vor- und Nachteile zu prüfen.

Aufgrund der breiten Aufgabenpalette und der unterschiedlichen methodischen Lösungsansätze in den verschiedenen Fachdisziplinen werden die Arbeiten überwiegend in aufgaben- und prozessorientierten Teams mit jeweils an die Aufgabenstellung angepasster Zusammensetzung erledigt. Interdisziplinarität findet sowohl innerhalb des Sachgebietes als auch in der Zusammenarbeit mit anderen Sachgebieten der LWF und anderen Institutionen des Zentrums Wald-Forst-Holz in Weihenstephan sowie darüber hinaus statt.

Im folgenden werden exemplarisch einige am Sachgebiet aktuell bearbeitete Projekte vorgestellt.

Bereich Waldarbeit und Forsttechnik

Entlohnung der Waldarbeiter

Der „Monatslohn mit Leistungszulage“ für Bayern (MoLz) ist ein Tarifmodell auf der Basis eines Kontraktlohnes. Auf einen festen Lohnsockel wird eine leistungsabhängige variable Komponente aufgesetzt. Das Sachgebiet war an der Tarifentwick-

lung beteiligt. Zu problematischen Fragestellungen wurden Vergleichsberechnungen und Modellkalkulationen durchgeführt. Der Tarif ist seit 01.03.2002 an etwa 45 Forstämtern in Bayern sowie an einigen Sonderbehörden als Erprobungstarif eingeführt. Der Schwerpunkt der wissenschaftlichen Begleitung liegt derzeit im Bereich angewandter Statistik sowie bei der Akzeptanz- und Schwachstellenanalyse zur Weiterentwicklung des Lohnmodells. (Bearbeitung: HELMUT WEIXLER, ENNO UHL)

Vergleichsstudie Rad/Raupe

In Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der TU München und dem Sachgebiet Waldökologie und Waldschutz der LWF wurden in einem vergleichenden Befahrungsversuch die Auswirkungen von Rad- und Raupenfahrwerken auf den Boden und das Wurzelsystem rückegassen-naher Bäume untersucht. Der Versuch konzentriert sich auf die Baumart Fichte. Quantität und Intensi-

* Dr. GUNTHER OHRNER ist Leiter des Sachgebiets IV der LWF.

tät der Schäden an Boden und Wurzeln, verursacht von unterschiedlichen Erntesystemen, wurden erhoben. Die Frage der Fäuleddisposition und vor allem der Fäuleausbreitung soll durch eine Erhebung des Status quo und in einigen Jahren durch eine Wiederholungsaufnahme geklärt werden. Erste Praxisempfehlungen können aufgrund der Versuchsergebnisse gegeben werden. (Bearbeitung: ENNO UHL, HANS KREMER, BETTINA WOLF, JÖRG KAISERAUER †)

Aktuelle Holzernteverfahren am Hang

Auf der Grundlage einer Literaturstudie wurden die Standardverfahren sowie ausgesuchte Verfahrenskombinationen für die Holzernte und Bringung im Gebirge beschrieben und beurteilt. Die Arbeit ist mittlerweile als LWF-Bericht Nr. 36 veröffentlicht. (Bearbeitung: STEFAN RAAB, STEFAN FELLER, ENNO UHL)

Bereich Betriebswirtschaft

Qualitätsmanagement in der Staatsforstverwaltung

Im Frühjahr 2002 wurde am Staatsministerium beschlossen, die in der Staatsforstverwaltung vorhandenen Ansätze zum Qualitätsmanagement aufzunehmen, zu bündeln und landesweit zu koordinieren. Das Sachgebiet konzipierte und moderierte in enger Abstimmung mit dem Staatsministerium im September 2002 hierzu einen Workshop und dokumentierte die Ergebnisse. In diesem Jahr findet ein erstes landesweites Qualitätsprojekt „Holzernte und Rückung“ statt, zu dessen Vorbereitung eine Projektgruppe am Staatsministerium eingesetzt wurde. Neben einer Beteiligung daran übernimmt die LWF die Auswertung der durchzuführenden Aufnahmen. An einem weiteren Qualitätsprojekt zur Holzernte im Hochgebirge ist das Sachgebiet in ähnlicher Form beteiligt. Erste Vorarbeiten zum methodischen Einstieg in einen nachfolgenden Verbesserungsprozess finden derzeit statt. (Bearbeitung: GUNTHER OHRNER, ROLAND SCHREIBER, WILFRIED SOMMER)

Prozessanalyse

An insgesamt sieben in die Studie einbezogenen Forstämtern wurde eine Prozessanalyse der Ablauforganisation durchgeführt. Unter aktiver Beteiligung aller Beschäftigten wurden im Schwerpunktbereich Holzeinschlag und -verwertung die

Abläufe am Forstamt dokumentiert und der damit verbundene Verwaltungsaufwand ermittelt. Stärken und Schwächen wurden gemeinsam mit dem Personal dargestellt und erörtert. Darüber hinaus wurde das überbetriebliche Regelwerk überprüft und gesamtbetriebliche Verbesserungsansätze aufgezeigt. (Bearbeitung: RICHARD MAIER, ROLAND SCHREIBER)

Bereich Holzverwertung

Wissenschaftliche Begleitung des Logistikprojektes „Integrierte Holzernte mit Trailersystem“

Von Oktober 2002 bis April 2003 wurde in fünf Forstämtern des Direktionsbereichs Oberbayern-Schwaben ein neues Logistiksystem zur Frei-Werk-Lieferung mit dem Einsatz von Wechseltrailern durchgeführt. Die Bereitstellung von rund 50.000 Festmetern überwiegend Standardlängen Fichte wurde mittels Prozessanalysen untersucht und unter Beteiligung aller Akteure die Vor- und Nachteile dokumentiert. Monetäre und sonstige betriebliche Auswirkungen des Verfahrens wurden im Projektbericht nachvollziehbar dargestellt. Die Studie soll dazu beitragen, die in der Staatsforstverwaltung vorhandenen Bereitstellungsverfahren weiterzuentwickeln und den Service für die Kunden zu verbessern. Der von den Großkunden geäußerte Bedarf einer Frei-Werk-Belieferung „just in time“ kann mit diesem Logistiksystem erfüllt werden. Die Marktstellung des Unternehmens Bayerische Staatsforsten würde mit dem Einsatz dieser Innovation gestärkt. (Bearbeitung: ANDREAS SCHÄFER, MICHAEL LUTZE, ROLAND SCHREIBER)

Anbauversuche mit schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb

Mit Beschluss des Bayerischen Landtags von 1989 wurde die Staatsregierung ersucht, die Begründung, Bewirtschaftung und Ernte schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb mit dem Ziel der energetischen Verwertung zu untersuchen. Dabei sollen neben den ökonomischen Aspekten auch die Belange des Natur- und Umweltschutzes berücksichtigt werden. Hintergrund dieses Auftrages an die LWF ist die Frage möglicher Nutzungsalternativen für bisher landwirtschaftlich genutzte Flächen, die aus der Nahrungs- bzw. Futtermittelproduktion ausscheiden. Von 1992 bis 1998 wurden in

mehreren Regionen Bayerns neun Versuchsflächen mit insgesamt 37 ha Fläche angelegt. Inzwischen wurden acht Versuchsflächen mit verschiedenen Erntetechniken (von motormanuell bis hochmechanisiert) beerntet. Der Biomasse-Zuwachs im ersten Umtrieb schwankt in Abhängigkeit von angebauter Pappelsorte und Region. Spitzenerträge lieferten die Versuchsflächen in Niederbayern und im Vor-alpenland. Im zweiten Umtrieb deuten sich allerdings auch auf den bislang weniger wüchsigen Versuchsflächen deutlich bessere Zuwächse an.

Die bisherigen Versuchsergebnisse sind in verschiedenen Medien veröffentlicht. (Bearbeitung: FRANK BURGER)

Erstellung von Kalkulationshilfen zur Energieholzbereitstellung für Waldbesitzer

Das Projekt hat zum Ziel, Entscheidungshilfen zur Bereitstellung von Energieholz für Waldbesitzer zu entwickeln. Neben der Umrechnung zwischen Fest- und Schüttmaßen sollen unter Berücksichtigung der betrieblichen Ausgangslage (Naturalausstattung, Maschinenausrüstung) einfache Rechnungen zu Zeitbedarf und Kosten/Deckungsbeiträgen ermöglicht werden. Für die Verfahrensempfehlungen wird auch die Problematik der Nährstoffentzüge berücksichtigt. (Bearbeitung: STEFAN WITTKOPF, CHRISTIAN KRICHBAUM)

Kundenbefragung zum neuen Holzvertriebssystem der Bayerischen Staatsforstverwaltung

Bereits 1994/95 erhob die LWF im Rahmen einer Marktstudie Daten zum Holzverkauf in der Bayerischen Staatsforstverwaltung. Die Auswertung dieser Daten bildete eine wesentliche Ent-

scheidungsgrundlage für die 1995 gegründete Projektgruppe der Bayerischen Staatsforstverwaltung, die zusammen mit der Unternehmensberatung Bain & Company den Holzvertrieb optimieren sollte. Das neue Vertriebssystem wurde 1997 eingeführt. Im Jahre 2002 wurde eine Wiederholungsbefragung durchgeführt. Sie diente dazu, Veränderungen gegenüber den Ergebnissen der ersten Befragung festzustellen, Erfolge des neuen Vertriebssystems zu dokumentieren und Mängel aufzuzeigen sowie dem Strukturwandel in der Sägeindustrie nachzuspüren. Um ein aussagefähiges Ergebnis zu erzielen, wendete sich die Umfrage wiederum an alle erreichbaren Kunden sowie an sämtliche Verkaufsleiter an den bayerischen Forstämtern. Der interne Projektbericht wurde im April vorgelegt. (Bearbeitung: ALEXANDRA WAUER, ANDREAS SCHWAI-GER, SEBASTIAN LINDEL)

Einsatz des Kalkulationsprogramms für Holzernte in der Bayerischen Staatsforstverwaltung

Das Kalkulationsprogramm Holzernte entwickelte die FVA Freiburg in Zusammenarbeit mit dem KWF und verschiedenen Arbeitsgruppen. Die LWF wurde beauftragt, zu ermitteln, ob sich das Programm für die Verhältnisse in der Bayerischen Staatsforstverwaltung eignet. Hierzu wertete sie Erfahrungen anderer Forstverwaltungen (u. a. Rheinland-Pfalz) aus und führte Testeinsätze in mehreren bayerischen Forstämtern durch. Die Ergebnisse liegen in Form eines internen Berichts vor. (Bearbeitung: MICHAEL LUTZE)

Neu erschienen: LWF-Bericht 38:

Bereitstellung von Waldhackschnitzeln – Verfahren, Leistung und Kosten

In dem neuen Bericht werden die verschiedenen Ablaufabschnitte bei der Bereitstellung von Waldhackschnitzeln und die dafür eingesetzten Forstmaschinen dargestellt. Grundlage für die Leistungs- und Kostenangaben sind Ergebnisse von eigenen Zeitstudien der LWF sowie einer Auswertung der einschlägigen Literatur. Beispielhaft werden acht Verfahren verschiedener Mechanisierungsstufen mit entsprechend unterschiedlichen Empfehlungen zu den Einsatzbereichen ausgewählt und dargestellt.

Einmal pflanzen, mehrfach ernten

Von der Pappel bis zum Hackschnitzel

Moderne Erntetechnik für Energiewälder

von Frank Burger und Wilfried Sommer*

Dreh- und Angelpunkt für die Wirtschaftlichkeit von Energiewäldern sind die Erntekosten. DÜRRSTEIN und LÖFFLER (1989) schätzen den Anteil der Erntekosten am Gesamtaufwand des Produktionssystems Energiewald auf 50 – 80 %. Ein möglichst optimal ausgestaltetes Ernteverfahren ist demnach von entscheidender Bedeutung für die Praxisreife der Landnutzungsform Energiewald.

Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) betreibt seit 1992 ein Netz von Versuchsflächen mit schnellwachsenden Baumarten zur Bereitstellung von Energie-Hackschnitzeln in verschiedenen Regionen Bayerns. Bei dieser neuen Form der Landnutzung auf stillgelegten landwirtschaftlichen Flächen macht man sich sowohl das schnelle Jugendwachstum von Baumarten wie Balsampappel, Aspe und Weide zunutze als auch ihre Fähigkeit, nach der Ernte aus dem Stock wieder auszutreiben. Nach dem Prinzip „einmal pflanzen, mehrmals ernten“ kann so der umweltfreundliche Energierohstoff Holz über mehr als zwanzig Jahre auf stillgelegten Ackerflächen produziert werden. Ein solcher moderner Energiewald ist im Prinzip nichts anderes als der in Mitteleuropa seit 2000 Jahren bekannte Niederwald, nur mit dem Unterschied, dass hier züchterisch bearbeitetes Material von Pappel, Aspe und Weide in sehr kurzen Umtriebszeiten von drei bis acht Jahren angebaut wird.

Auf den Energiewald-Versuchsflächen der LWF wurden in den letzten Jahren mehrere Ernteverfahren getestet. Die Spannweite reicht von motormanueller bzw. teilmechanisierter Technik über den Einsatz von Harvestern, wie sie in der Forstwirtschaft gebräuchlich sind, bis zum vollautomatischen Mähhacker, der die Bäume in einem Arbeitsgang vom Stock trennt und hackt.

Teilmechanisierte Ernteverfahren

Ein teilmechanisiertes Ernteverfahren wurde in die Zeitstudien einbezogen, um eine Erntemethode

zu testen, die jeder Landwirt mit den am Hof bzw. über den Maschinenring verfügbaren Maschinen durchführen kann.

Bei dem Verfahren Fällen – Vorkonzentrieren – Hacken führt ein Zweiertrupp den Fällvorgang motormanuell aus. Der Motorsägenführer übernimmt den Fällschnitt, der zweite Arbeiter führt mit Hilfe einer Fällgabel (Länge ca. 2 m) die Pappelstämme und gibt ihnen die gewünschte Fällrichtung. Damit lässt sich eine gleichmäßige parallele Lage der Bäume nach der Fällung erreichen. Mit Hilfe der Fällgabel kann sich der zweite Arbeiter während des Fällvorgangs immer außerhalb des Gefahrenbereichs der Motorsäge bewegen (Arbeitssicherheit). Der Trupp wechselt sich nach einem selbstgewählten Rhythmus mit den Tätigkeiten Absägen und Zufallbringen gegenseitig ab. Dadurch wird die einseitige körperliche Belastung für den Motorsägenführer reduziert und ein ganztagiges Arbeiten möglich.



Abb. 1: Mobiler Einachshacker

* FRANK BURGER und WILFRIED SOMMER sind Mitarbeiter im Sachgebiet IV der LWF.

Anschließend werden die Bäume mit Hilfe eines Schleppers mit Frontlader in Ernteschlaufen vorkonzentriert und von einem mobilen Einachshacker mit Kranbeschückung (Zugmaschine Schlepper 150 PS) gehackt. Der Vorteil der Vorkonzentration des Hackmaterials ist die bessere Auslastung des relativ teuren Hackersystems im Vergleich zum Aufarbeiten eines verstreuten Anfalls.

Hochmechanisierte Verfahren

Im Februar 2002 konnte zum ersten Mal in Deutschland das neue Fäller-Bündler-Aggregat der Firma Timberjack auf einer Energiewald-Versuchsfläche in Niederbayern getestet werden (siehe Kasten). Der Fällkopf war auf einen Harvester Timberjack 870 montiert.

Die an den Rändern der Versuchsfläche abgelegten Pappelbündel wurden zwei Monate nach der Ernte mit einem Forwarder gerückt und anschließend von zwei stationären Großhackern gehackt.

Die dritte hier untersuchte Erntetechnik ist der speziell für die Ernte von Energiewäldern konstruierte **Gehölmähhäcksler**. Das einreihig arbeitende Gerät wird an die Fronthydraulik eines landwirtschaftlichen Schleppers (ab ca. 110 PS) angebaut und über die Zapfwelle angetrieben. Bei der Ernte fährt der Schlepper jeweils über eine Baumreihe. Dabei werden die Bäume von einem Kreis-



Abb. 2: Gehölmähhäcksler bei der Ernte von Pappeln

sägeblatt vom Stock getrennt und mit einer auf dem Sägeblatt montierten Hackschnecke zerkleinert. Das Hackgut wird dann entweder auf ein parallel fahrendes Schlepper-Anhänger-Gespann (Parallel-Verfahren) oder auf einen vom Ernteschlepper gezogenen Anhänger geworfen (Bunker-Verfahren).

Die Erntemaßnahmen wurden jeweils mit Unternehmern oder mit Landwirten (Maschinenring) durchgeführt. Die errechneten Erntekosten beziehen sich auf einen Schüttraummeter Hackschnitzel waldfresh bzw. auf eine Tonne Hackschnitzel absolut trocken (atro), „frei Feld“, also ohne Transport zu Lagerplätzen.

Fäller – Bündler (Feller – Buncher)



Seit 2001 bieten die Firmen Timberjack und Waratah einen speziellen Mehrfach-Fällkopf mit Bündleinrichtung an. Einsatzbereiche sind Durchforstungen, die Ernte von Energiewäldern, aber auch die Pflege von Wegböschungen und Hochspannungstrassen.



Der neue Fällkopf verfügt weder über Vorschubwalzen noch über eine Kettensäge. Stämme bis zu einem Trenndurchmesser von 20 cm werden mit einem waagrecht bewegten Fällmesser vom Stock getrennt. Mit zwei Paaren von Greifklauen, die der Harvester-Fahrer abwechselnd öffnet und schließt, können **mehrere Bäume geerntet und gebündelt abgelegt** werden. Durch den Einsatz dieses neuartigen Fällkopfs will man die hohen Kosten bei der Ernte von Bäumen mit geringer Stück-Masse senken und eine wirtschaftliche Ernte bisher defizitärer Sortimente vor allem für energetische Zwecke ermöglichen.

Frank Burger

SCHWERPUNKT

Tab. 1: Kosten der untersuchten Ernteverfahren

	VERFAHREN	Kosten in €/ Schüttraummeter Frischmasse	Kosten in €/ Tonne atro
Teilmechanisierung	Fällen – Vorkonzentrieren – Hacken	7 – 10	43 – 66
Vollmechanisierung	Fäller/Bündler – Rücken – Hacken	9 – 10	Ca. 69
	Gehölmähhäcksler	4 – 7	25 – 43

Fazit

Die teil- und vollmechanisierten Ernteverfahren sind hinsichtlich der Erntekosten und der körperlichen Belastung den manuellen Verfahren zum Teil deutlich überlegen. Am kostengünstigsten schneidet der vollautomatisch arbeitende Gehölmähhäcksler ab.

Von einer Wirtschaftlichkeit sind Energiewälder allerdings noch weit entfernt, da die produzierten Hackschnitzel mit dem Preis für Sägerestholz konkurrieren müssen. Er liegt zur Zeit bei ca. 8 Euro

pro Schüttraummeter. Deutlich besser sind die Bedingungen bei einer Verwertung der anfallenden Hackschnitzel in einer hofeigenen Hackschnitzelanlage, da dann die gesamte Wertschöpfung beim Landwirt bleibt und der Betrieb unabhängig von den schwankenden Preisen fossiler Brennstoffe wirtschaften und planen kann.

Literatur

DÜRRSTEIN, H.; LÖFFLER, H. (1989): Beerntung der Kurzumtriebsplantagen. Abschlussbericht zum Projekt Abbachhof (unveröffentlicht)

Holzerntekette

Als Holzerntekette werden der Materialfluss und die Arbeitsprozesse bezeichnet, die zwischen Einschlag und Sägewerk erfolgen. Die typische Holzerntekette in Deutschland ist geprägt durch Brüche im Material- und Informationsfluss. In der Holzerntekette gehen der Forstwirtschaft jährlich große Beträge durch ungenutztes Verbesserungspotenzial verloren. Optimierungsmöglichkeiten zur Erhöhung der Wertschöpfung liegen hier im Bereich der

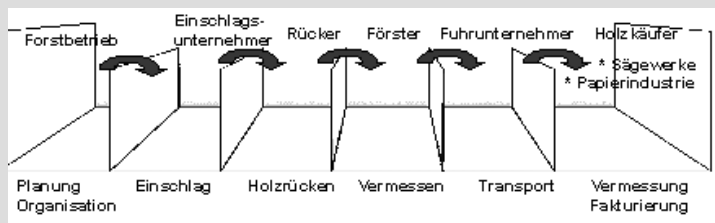


Abbildung: Darstellung der Teilprozesse der Holzerntekette (WARKOTSCH, ZIESAK 1998)

• Kommunikation

• Organisation

• Technik

Ziel der Optimierung der Holzerntekette ist ein verbesserter Informations- und Materialfluss durch

- Kostenreduktion
- Erhöhung der Holzqualität
- Höhere Serviceleistung
- Kürzere Durchlaufzeiten
- Bessere Auslastung der Maschinen (Harvester, LKW, etc.)
- Verbesserte Planungsgrundlage mit Hilfe durchgängiger Informationen
- Transparenz in den Prozessen

Anne Bruchner
Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik
der TU München

Hackschnitzel aus Fichtenkronen

Energieholznutzung und Waldschutz im Einklang

*von Stefan Wittkopf, Christian Krichbaum und Christoph Baudisch**

In Bayern existieren mittlerweile 114 Holz-Heizwerke, die über ein Programm des Ministeriums für Landwirtschaft und Forsten gefördert wurden (Stand 01.01.2003). Sie verbrennen jährlich etwa 120.000 Tonnen trockenes Waldholz (t atro). Diese Anlagen tragen dazu bei, auf wirtschaftliche Weise Borkenkäfern Brutraum zu entziehen und gleichzeitig Energieholz zu gewinnen. Für Forstbetriebe in der Nähe von Heizkraftwerken ist dies eine interessante Möglichkeit, die Forstschutzkosten zu senken und gegebenenfalls sogar noch einen Deckungsbeitrag zu erwirtschaften.

Bei der Holzernte in der Fichte fällt Kronenholz an, das bei einem drohenden Befall durch Borkenkäfer entfernt werden muss. Dies kann beispielsweise durch Aufarbeiten der Kronen zu Industrieholz geschehen. Häufig ist das aber nicht kostendeckend möglich und bindet Arbeitskapazität, die anderweitig dringender benötigt wird oder lohnender eingesetzt werden kann.

Insbesondere die größeren, stromerzeugenden Heizkraftwerke, aber auch verschiedene Futtertrocknungsanlagen, die auf Holzfeuerung umgestellt haben, sowie Heizwerke im mittleren Leistungsbereich arbeiten mit modernen (Vorschub-) Rostfeuerungen. Diese stellen nur geringe Anforderungen an die Brennstoffqualität. Während kleinere Hackschnitzelheizungen mit Unterschubfeuerungen trockenen Brennstoff benötigen, können die zuerst genannten auch qualitativ minderwertige Hackschnitzel aus frischen Fichtenkronen mit relativ hohem Wassergehalt und erheblichem Grünanteil verfeuern.

Um Kenngrößen der Bereitstellung von Hackschnitzeln aus Fichtenkronen für Heizwerke zu ermitteln, führten wir im Sommer 2002 verschiedene Arbeitsstudien durch. Der Schwerpunkt lag dabei auf der Ermittlung der Rückekosten. Drei Verfahren für unterschiedliche Einsatzbereiche wurden getestet. Sie unterscheiden sich vor allem in der Wahl des Rückefahrzeuges.

Verfahren und Einsatzbereich

Das Verfahren „Landshut“ bietet sich beispielsweise für kleinere Hiebe oder Käferlöcher an. Da bei diesem Verfahren keine aufwändigen Spezialmaschinen eingesetzt werden, kann der bäuerliche Waldbesitzer eigenes Gerät und eigene Arbeitskraft einbringen.

Im Verfahren „München“, zweckmäßig für reguläre Hiebe, rückt der Forstunternehmer mit seinem Forstspezialschlepper mit Krananhänger im Anschluss an das Stammholz die Kronen.

„Landshut“



MB-Trac mit Rückewagen

„München“



Forstschlepper mit Krananhänger

„Eichstätt“



Tragschlepper

Abb. 1: Drei Verfahren der Hackschnitzelgewinnung für unterschiedliche Einsatzbereiche

* STEFAN WITTKOPF und CHRISTOPH BAUDISCH arbeiten als Fachberater für Holzenergie, CHRISTIAN KRICHBAUM war Projektbearbeiter im Sachgebiet IV der LWF.

Das Verfahren „Eichstätt“ eignet sich für große Hiebsflächen, die den Einsatz eines Tragschleppers rechtfertigen oder für Unternehmer, die sich auf die Bereitstellung von Waldhackschnitzeln für Heizwerke spezialisiert haben.

Die Einsätze erfolgten jeweils in 90- bis 100-jährigen, gut erschlossenen Fichtenbeständen. Beim Verfahren „Landshut“ wurde verstreuter Hiebsanfall aus mehreren Käferlöchern aufgearbeitet. Bei „München“ betrug der Entnahmesatz pro Hektar 118 fm, bei „Eichstätt“ 115 fm.

Biomasseentzug

Je fm geerntetem Stammholz fiel zusätzlich etwa ein halber Schüttraummeter (Srm) Hackschnitzel aus der Krone an (0,52 in „Landshut“, 0,41 in „München“ und 0,52 Srm in „Eichstätt“). Etwa 7 Schüttraummeter Schnitzel aus Fichtenkronen ergeben eine Tonne Trockenmasse (t atro).

Der Zopf des Stammholzes bzw. das „Stockmaß“ der Kronen lag zwischen 10 und 20 cm, im Mittel etwa bei 14 cm. Beim Fällvorgang oder beim Rücken des Stammholzes brachen 50 % der Kronen schon vor der Derbholzgrenze von 7 cm m. R. ab.

Außerdem wurde **nicht** der komplette Schlagabraum aufgesammelt. Die Äste und die schwächeren Teile gebrochener Kronen blieben liegen. Dies wirkt sich sowohl auf die Wirtschaftlichkeit der getesteten Verfahren (Stück-Masse-Gesetz) als auch auf den Nährstoffhaushalt der Waldbestände positiv aus. Rechnerisch blieben etwas über 50 % der Ast- und Nadelmasse der geernteten Stämme im Bestand zurück. Die beschriebenen Verfahren können deshalb nicht einer Vollbaumnutzung gleichgesetzt werden.

Dennoch sollte auf nährstoffarmen Standorten in Bayern auf die Nutzung der Kronen im Regelfall verzichtet werden. Dazu zählen die Teilwuchsbezirke Bayerischer Wald, Oberpfälzer Wald und Hügelland, Frankenwald, Fichtelgebirge, Rhön, Spessart-Odenwald sowie die Untermainebene. Die Ausgangssubstrate dieser Standorte sind vor allem von Gneis, Granit oder Buntsandstein geprägt.

Was kostet das Rücken der Kronen?

Die Rückeleistung hängt entscheidend von der maschinellen Ausstattung, der Entfernung der Kronen zur Rückegasse und der Übung des Fahrers ab.

Tab. 1: Leistung beim Rücken

	„Landshut“	„München“	„Eichstätt“
Kronen/h	33	57	90
fm Kronen-schaftholz m.R./h	2,4	3,8	6,2
Srm/h	10	16	30
t atro/h	1,5	2,4	4,6

Die Leistung lag beim Verfahren „Landshut“ aufgrund der verstreuten Lage der Käferlöcher und der einfachen Maschinenausstattung am niedrigsten. Der Fahrer musste, um den Kran zu bedienen, die Führerkabine verlassen.

Im Verfahren „München“ konnte der Ladekran dagegen von der Kabine aus bedient werden. Die leistungsfähigste Maschine, ein Tragschlepper, kam beim Verfahren „Eichstätt“ zum Einsatz. Zudem war der Fahrer sehr gut mit diesem Verfahren vertraut.

Tab. 2: Kosten des Rückens

	„Landshut“	„München“	„Eichstätt“
Euro/Krone	1,5	1,0	0,5
Euro/Srm	4,8	3,6	1,4
Euro/t atro	32	24	9
Euro/ha	-	175	76
Euro/fm Stammholz	2,5	1,5	0,7

Bei den Verfahren „Landshut“ und „Eichstätt“ wurden die Rücker nach Stunden bezahlt, bei „München“ nach fm geerntetem Stammholz.

Einfach ist die Abrechnung nach Srm bzw. t atro, da diese Werte in jedem Falle am Heizwerk ermittelt werden müssen. Allerdings können diese Maße erst nach dem Hacken bzw. der Anlieferung an das Heizwerk ermittelt werden. Bei Abrechnung nach Kronenzahl, fm geerntetem Stammholz oder Hektar kann der Rücker zeitnäher entlohnt werden. Grundsätzlich hängt die Art der Abrechnung davon ab, wie viele verschiedene Unternehmer in Dienst-

leistung oder Selbstwerbung auftreten und wer die Einsätze koordiniert.

Die im Rahmen der Studien ermittelten Zahlen eignen sich als Richtwerte zur Kalkulation und Abrechnung. Sie hängen aber von den speziellen Einsatzbedingungen ab und sollten mit eigenen Erfahrungen verprobt werden.

Wie viel kostet das Hacken?

Gehackt wurde in allen Fällen auf der Waldstraße, an der die Kronen gepoltet wurden. Die Hackkosten lagen bei den untersuchten Verfahren zwischen 5,6 und 6,7 Euro je Srm. Abgerechnet wurde nach Stunden. Beim Hacken besteht noch erhebliches Optimierungspotenzial, da die Hacker ein Drittel ihrer Arbeitszeit mit Warten auf die Container verloren. Darüber hinaus mussten sie teilweise aufgrund unnötig kleiner Polter mehrmals umsetzen.



Abb. 2: Hacken „Eichstätt“

Aus der Praxis sind für das Hacken von Fichtenkronen bereits deutlich niedrigere Werte bis

hinunter zu 3 Euro je Srm bekannt. Es empfiehlt sich, das Kronenmaterial optimal vorzukonzentrieren (notfalls längere Rückstrecken), um den Hacker höchstmöglich auszulasten. Wenn die Abfuhr nicht nahtlos organisiert werden kann, sollten durchaus leistungsschwächere Hacker mit niedrigeren Stundensätzen verwendet werden, bei denen sich unproduktive Zeiten weniger gravierend auswirken.

Wie viel kostet der Transport?

Beim Transport mit Container-LKW bis 50 km kann überschlägig ein Wert von 2-3 Euro je Srm angesetzt werden.

Lohnt sich das Hacken?

Heizwerke bezahlen Lieferanten nach dem Heizwert des Holzes, der wiederum von der Trockenmasse abhängt. Eine Umfrage der LWF von 2002 zu Hackschnitzelpreisen ergab einen sehr breiten Schwankungsbereich von 20-110 Euro/t atro bei den bayerischen Heizwerken. Der Mittelwert lag bei 65 Euro/t atro frei Heizwerk. Der Preis für Hackschnitzel aus Fichtenkronen kann aufgrund der minderen Qualität niedriger liegen, sollte aber nach Einschätzung der LWF einen Wert von 50 Euro je Tonne Trockenmasse nicht unterschreiten. Dies entspricht etwa 7 Euro je Srm. Alle Waldbesitzer sollten sich im Klaren sein, dass die Heizwerke dieses Material derzeit gerne abnehmen, weil es billiger ist als das Substitutionsprodukt Sägerestholz. Die Preise der Sägerestholzhändler für Hackschnitzel frei Abnehmer liegen derzeit (Juli 2003) bei 8-12 Euro je Srm.

Der Wassergehalt ist die wesentliche Einflussgröße, die den Heizwert biogener Festbrennstoffe bestimmt. Neben dem Heizwert beeinflusst der Wassergehalt auch die Lagerfähigkeit des Brennstoffs. Waldfrisches Holz hat je nach Baumart, Alter und Jahreszeit einen Wassergehalt zwischen 45 und 65 %.

atro = absolut trockenes Holz (Wassergehalt ist 0 %)

lutro = lufttrockenes Holz (im Gleichgewichtszustand schwankt der Wassergehalt von „lufttrockenem“ Holz zwischen 12 und 18 %).

srm = Schüttraummeter (ein Schüttraummeter ist die in einen Kasten (1m x 1m x 1m) hineinpassende Holzmenge in Form von Hackschnitzeln mit Luft).

Umrechnungszahl: 1 Festmeter (fm) = 1,4 Raummeter/Ster (rm) = 2,5 Schüttraummeter (srm) Hackschnitzel

Ein modernes Fangbaumsystem?

Durch die zusätzliche Rückung von Fichtenkronen wird potenzieller Brutraum für Borkenkäfer aus dem Bestand entfernt. Die Kronen liegen gut kontrollierbar an der Waldstraße und können noch abtrocknen. Dies wirkt sich positiv auf den Heizwert der Schnitzel aus. Werden Kronenpolter befallen, so müssen sie natürlich rechtzeitig vor dem Ausflug der Jungkäfer gehackt werden (= i.d.R. in der zweiten Juni-Hälfte). Dabei wird als positiver Nebeneffekt ein Teil der Borkenkäferpopulation „abgeschöpft“.

Fazit

Unter günstigen Bedingungen kann fängisches Kronenmaterial kostendeckend oder sogar mit geringem Erlös in die thermische Verwertung geleitet werden. In jedem Falle ist eine Verminderung der Kosten im Bereich Waldschutz möglich. Forstbetriebe im Umfeld von Heizwerken sollten deshalb ihre Möglichkeiten prüfen, ob sie das Kronenrestholz an Heizwerke verkaufen können.

Logistik

Logistik ist definiert als Organisation, Planung und Realisierung des gesamten Güter-, Daten- und Steuerungsflusses entlang des Lebenszyklus von Produkten (nach SCHÖNSLEBEN 2000). In der Betriebswirtschaft unterscheidet man zwischen Beschaffungs-, Produktions-, Lager-, Distributions- und Entsorgungslogistik.

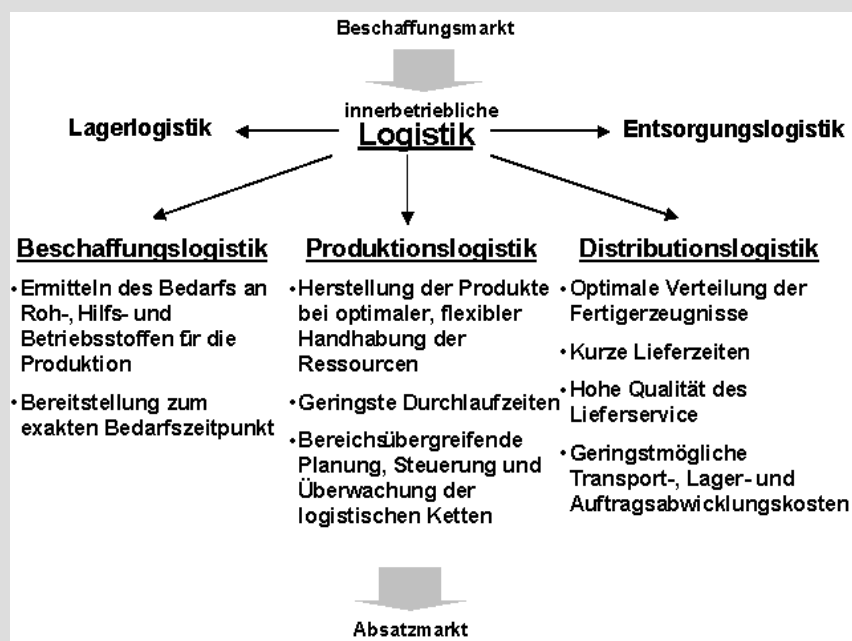


Abbildung: Teilbereiche der Logistik (GÜNTNER 1991)

Auf Kundenaufträge abgestimmtes Logistikmanagement trägt wesentlich zum Erreichen der Unternehmensziele in den vier Bereichen **Qualität, Kosten, Lieferung und Flexibilität** bei und beeinflusst somit die Leistungsfähigkeit eines Unternehmens.

Anne Bruchner
Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik
der TU München

Rad- oder Raupe, die Qual der Wahl

Einsatzempfehlungen für Rad- und Raupenfahrwerke

Ergebnisse von Boden- und Wurzeluntersuchungen

*von Enno Uhl, Gunther Ohrner, Dietmar Matthies, Hans Kremer und Bettina Wolf**

Der Boden ist die Produktionsgrundlage unserer Wälder. Zu einer nachhaltigen Waldwirtschaft gehören deshalb auch eine bodenschonende Nutzung sowie der langfristige Schutz des „Rohstoffs“ Boden. Auch in der Öffentlichkeit wird dem Bodenschutz immer mehr Aufmerksamkeit zuteil. Dies findet nicht zuletzt seinen Niederschlag in der neueren Gesetzgebung (z. B. BBschG) und in den Diskussionen um eine sachgemäße Land- und Forstwirtschaft. Nicht zu übersehen ist die zunehmende Mechanisierung der Waldbewirtschaftung in den vergangenen Jahren auch in Deutschland. Die Anzahl der Maschinen im Wald nimmt laufend zu, die spezifischen Maschinengewichte und Zuladungskapazitäten steigen. Die ständigen Rationalisierungsbemühungen in der Holzernte beschleunigen diesen Prozess. Prinzipiell wirkt sich jede Befahrung physikalisch auf Boden und Wurzeln aus. Es gilt deshalb alle Möglichkeiten auszuschöpfen, um den Bodendruck der Maschinen auch auf den Rückegassen zu reduzieren.

Für bodengebundene Fahrzeuge existieren im wesentlichen zwei Fahrwerkstypen, die regelmäßig zum Einsatz kommen, Rad- und Raupenfahrwerke. In einem Forschungsprojekt, das das Bayerische Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten finanzierte, untersuchte das SG IV der LWF in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der TU München beide Fahrwerkstypen. Die Aspekte der physikalischen Einwirkungen auf den Boden und auf das Wurzelsystem sowie insbesondere qualitative und quantitative Unterschiede zwischen beiden Fahrwerkstypen wurden begutachtet. Die Versuchsfläche in einem mittelschwäbischen Forstamt umfasste in einem etwa 55-jährigen Fichtenbestand insgesamt acht Rückegassen. Neben den Varianten Rad- und Raupenharvester wurde jeweils auch eine Systemvariante aus Harvester und nachfolgendem Forwarder bewertet. Um Aussagen zu unterschiedlichen Hangneigungsklassen treffen zu können, wurden jeweils vier Gassen in der Ebene sowie im geneigten Gelände angelegt.

Neben der Analyse der Auswirkungen der Befahrung auf Boden und Wurzeln dient die Versuchsanlage auch dazu, die Entwicklung der durch Verletzungen induzierten Fäulen zu beurteilen. Im Rahmen der ersten Erhebung wurde deshalb der Status quo des Fäulebefalls im Bestand erhoben. Eine Zweiterhebung soll in einigen Jahren folgen. Die Ergebnisse der Fäuleuntersuchung werden im folgenden nicht weiter dargestellt.

Bodenkundliche Betrachtung

Die bodenstrukturellen Veränderungen lassen eine eindeutige Unterscheidung der Befahrungsvarianten zu. Dies gilt insbesondere, wenn allein der Radharvester mit dem Raupenharvester verglichen wird. Die insgesamt größere Aufstandsfläche des Raupenfahrwerks führt zu einer deutlichen Absenkung des Bodendrucks, vor allem dann, wenn es sich um einen Standort mit geringem Mikrorelief handelt. Der niedrigere Bodendruck verursacht geringere Strukturveränderungen. Dies lässt sich anhand der im Vergleich zur radbefahrenen Fläche höheren Leitfähigkeiten für Wasser und Luft erkennen. Bei Würdigung aller bodenphysikalischen

* ENNO UHL ist Mitarbeiter, Dr. GUNTHER OHRNER ist Leiter des Sachgebiets IV Betriebswirtschaft und Waldarbeit der LWF. PD Dr. DIETMAR MATTHIES, Dr. HANS KREMER und BETTINA WOLF sind Mitarbeiter am Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der TU München.

SCHWERPUNKT

Ergebnisse muss das Raupenfahrwerk als eindeutig bodenschonender eingestuft werden. Dies gilt gleichermaßen für die Ebene wie auch für den Hang (Tab. 1).

Verletzungsflächen. Der Hauptwurzelaabriss als schwerstmöglicher Schaden ist häufig anzutreffen. Damit zeigt sich der Radharvester eindeutig als wurzelschonender.

Tab. 1: Qualitative Bewertung der Befahrungsvarianten - bodenbezogen.

Im Vergleich zu	ist	am Hang	in der Ebene
Radmaschine	Raupe	++	+
System	Einzelmaschine	+	+
System Radmaschine	System Raupe	+	=

Geht man zur Betrachtung des Systems über, also Harvester und Forwarder auf gleicher Rückegasse, verliert sich in der Ebene der bodenschonende Vorteil des Raupenfahrwerks. Damit zeigt sich der dominierende Effekt des Forwarders. Dabei muss jedoch herausgestellt werden, dass der werksseitig eingestellte (und auch empfohlene) Fülldruck der 70 cm breiten Niederquerschnittsreifen vorne ca. 4 bar und hinten ca. 5 bar betrug. Es handelt sich dabei nicht um eine Ausnahmesituation, wie wir aus zahlreichen Feldversuchen wissen. In der Regel übersteigt der Reifenfülldruck von Forstmaschinen deutlich die Marke von 3 bar. Am Hang blieb ein Teil des bodenschonenden Effekts der Raupenbefahrung erhalten.

Sobald zum Radharvester der radgestützte Forwarder hinzutritt, kommt es zu einer deutlichen Vergrößerung der Schadflächen, so dass sie ein zum Raupenharvester vergleichbares Niveau erreichen. Auch im Fall einer vorangegangenen Raupenharvester-Befahrung erhöht sich nochmals die Schadflächengröße, wenngleich nicht so ausgeprägt. Dieses Ergebnis kann wahrscheinlich mit der harvester verursachten Vorschädigung der Wurzelrinde erklärt werden. Sie führt bei der Forwarderbefahrung zu einer weiteren Abschälung der Rinde.

Ein Einfluss der Hangneigung konnte eindeutig nur im Fall des Radharvesters nachgewiesen werden. Dabei spielt sicherlich der zunehmende Schlupf eine entscheidende Rolle.

Tab. 2: Qualitative Bewertung der Befahrungsvarianten - wurzelbezogen.

	Radharvester	Raupenharvester	Forwarder (System)
Schadensart	Rindenabhub mit intaktem Holzkörper	massive Holzkörperverletzungen	erheblicher Anstieg des Rindenabhubs
Schadfläche	mittel	groß	groß
Schadtiefe	<u>Schwellentiefe 10 - 12 cm für alle Varianten</u>		
Hangneigung	Schadflächen nehmen zu		keine Veränderung

Betrachtung des Wurzelsystems

Betrachtet man hingegen die Auswirkungen der verschiedenen Fahrwerke auf das Hauptwurzelsystem der Gassenrandbäume, ergibt sich ein in weiten Teilen konträres Bild (Tab. 2). Raupengestützte Fahrwerke verursachen signifikant schwerere Wurzelschäden gepaart mit bis zu vierfach größeren

Der Schwerpunkt der Wurzelschäden liegt in den obersten 12 cm Bodentiefe. Dies scheint, von wenigen Ausnahmen abgesehen, eine Art „**Schwellentiefe**“ zu sein. Darunter finden keine gravierenden Wurzelschädigungen mehr statt.

Empfehlungsdilemma

Bei dem Versuch, Empfehlungen für die eine oder andere Maschinenvariante zu geben, steht man vor dem Problem, dass sich je nach Betrachtungsstandpunkt - Boden oder Wurzel - unterschiedliche Ergebnisse zeigen. Bei Würdigung der bodenphysikalischen Aspekte müsste das Raupenfahrwerk bevorzugt werden, unter Würdigung der Wurzelschäden das Radfahrwerk. Im folgenden wird daher der Versuch unternommen, mit Hilfe einer Güterabwägung einen möglichen Kompromiss für die Maschineneinsatz-Empfehlung abzuleiten. Hierfür werden zwei Prämissen aufgestellt:

- a) Wurzelschäden haben kurz- bis mittelfristige Auswirkungen.
- b) Bodenschäden haben mittel- bis langfristige Auswirkungen.

Prämisse a) ergibt sich aus der Tatsache, dass eine Beschädigung des Hauptwurzelsystems durch Rindenabhub und/oder Holzkörperverletzung unmittelbar zur Infektion führen kann. Die dadurch verursachte Entwertung des Stammholzes wirkt sich mittelfristig ökonomisch aus. Um dem entgegenzuwirken, wäre gegebenenfalls an eine vorzeitige Entnahme der Gassenrandbäume zu denken. Allerdings können sich befahrungsbedingte Infektionen über Wurzelverwachsungen auf andere Bäume bzw. nachfolgende Baumgenerationen auswirken. Aus praktischen Erwägungen wird man jedoch in den meisten Fällen die betroffenen Bäume zum Schutz der im Bestand dahinter stockenden stehen lassen. Kurzfristig führen Hauptwurzelabrisse zu einem sofortigen Stabilitätsverlust.

Prämisse b) soll zum Ausdruck bringen, dass nach derzeitigem wissenschaftlichen Kenntnisstand die Regeneration einer funktionsgestörten Bodenstruktur lange Zeiträume in Anspruch nimmt. Wie lange diese tatsächlich andauern, kann aufgrund der komplexen Zusammenhänge, die bis in die Bodenökologie hineinreichen, nicht pauschal gesagt werden. Nach allen bisherigen Erfahrungen ist jedoch davon auszugehen, dass sie deutlich über die regulären Eingriffsintervalle hinausreichen. Damit kann eine Regeneration in überschaubaren Zeiträumen weitgehend ausgeschlossen werden. Ein Bodenschaden muss damit a priori als irreversibel angesehen werden.

Die Rückegasse kann - soweit dies betriebstechnisch möglich ist und neuere bodenphysikalische Erkenntnisse beachtet werden - als potenzielle Produktionsfläche für die Zukunft erhalten werden.

Empfehlungen

Bei Standorten bis zu einer Hangneigung von 30 % sollte in jungen bis mittelalten Beständen der Radmaschine der Vorzug gegeben werden. Der Vorteil liegt in der Dimension der Bäume begründet, die den Einsatz von leichter bis mittlerer Maschinentechnik zulässt. Das Risiko der nachhaltigen Schädigung der Bodenstruktur ist damit als vertretbar anzusehen, sofern auf hohe Radzahl, korrekte Bereifung und vor allem geringen Reifenfülldruck geachtet wird. Der Einsatz muss natürlich unterhalb des kritischen Bodenwassergehaltes stattfinden.

Ab einem mittleren Bestandesalter sollten Raupenmaschinen verwendet werden. Die dann vorherrschenden Baumdimensionen erfordern aufgrund der notwendigen Standfestigkeit hohe Maschinenmassen, deren Bodendruck sinnvollerweise durch Raupen herabgesetzt werden kann. Damit wird dem Bodenschutzaspekt Rechnung getragen. Eventuell zu erwartende Fäulen aufgrund der Wurzelverletzungen führen bei einem solchen Einsatzregime zu einem späteren Zeitpunkt im Bestandesleben nur zu geringeren Entwertungen.

Wurzelsymmetrie

Interessante Ergebnisse ergab eine Analyse der Hauptwurzelsymmetrie. Während in der Ebene die Wurzeln eher rotationssymmetrisch um den Stammmittelpunkt angeordnet waren, verkürzte sich bei zunehmender Hangneigung eine Wurzelausrichtung betont hangparallel. Im steilen Hang bildeten sich zusätzlich jeweils im Winkel von 120° und 240° zur Fallrichtung zwei Schwerpunkte des Wurzelverlaufs aus. Diese Tatsache spricht für den Einsatz eines Raupenfahrwerks in steilerem Gelände, da weniger Hauptwurzeln in die Rückegasse hineinreichen und somit ein geringeres Infektionsrisiko besteht.

Bei mehr als 30 % Hangneigung sollten Raupensysteme bevorzugt werden. Sowohl die Boden- als auch die Wurzelschäden sind wegen des im Vergleich zu Radmaschinen geringeren Schlupfes und der günstigeren Wurzelausrichtung am stärker geneigten Hang deutlich niedriger.

Ausblick

Die Empfehlungen verdeutlichen, dass beim derzeitigen Stand der Technik für die Wahl eines

geeigneten Fahrwerks bezüglich Boden und Wurzel Kompromisse eingegangen werden müssen. Ein Blick auf die aktuellen Entwicklungen in der Maschinentechnik lässt auch künftig Verbesserungen erwarten. In der Diskussion stehen beispielsweise flexible Kettenstollen, die die Aggressivität der herkömmlichen Kettentypen reduzieren könnten.

Literatur

Auf Anfrage bei den Autoren.

Softwareprogramm zum Vermeiden befahrungsbedingter Bodenschäden

Die Zahl schwerer, selbstfahrender Maschinen hat in den letzten 50 Jahren im Wald rapide zugenommen. Dies gefährdet die Ressource Boden. Deshalb sind Planungsinstrumente notwendig, die helfen, befahrungsbedingte Bodenschäden weitgehend zu vermeiden.

Auf Basis des umfangreichen Wissens im Bereich der Bodenphysik, das am Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik vorliegt, wurde die Planungssoftware ProFor entwickelt. Dieses Computerprogramm ermöglicht es, vor einem Maschineneinsatz exakte und transparente Einsatzbedingungen für die vorgesehene forstliche Maßnahme zu ermitteln, und zwar so, dass dabei Schäden am Boden vermieden werden.

Dem Programm sind dazu standortkundliche Informationen für das vorgesehene Einsatzgebiet der Maschine anzugeben: Bodenart, Humusgehalt, Hangneigung, Skelettanteil, wechselfeuchter Standort.

Die Selektion des vorgesehenen Maschinentyps aus der dem Programm hinterlegten Datenbank und das Festlegen der exakten Gerätekonfiguration (Reifen, Fülldruck) vervollständigen die Angaben. Als Beurteilungsgröße wird daraus ein maximal tolerierbarer Bodenwassergehalt errechnet, der während des Einsatzes mit der gewählten Maschine auf dem beschriebenen Standort nicht überschritten werden darf.

Mit diesem Wissen kann eine strategische, taktische sowie operative Einsatzplanung so unterstützt werden, dass sich bodenschädigende Maschineneinsätze vermeiden lassen.

ProFor ist bereits in Deutschland, Österreich und der Schweiz, aber auch in Finnland, Slowenien, Südafrika und Iran im Einsatz.

*Dietmar Matthies und Martin Ziesak,
Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik
der TU München*

Rationalisierung durch Mobilisierung

Integrierte Holzernte mit Trailersystem (IHT)

Ein neuer Baustein im Logistikkonzept der Bayerischen Staatsforstverwaltung

von Michael Lutze und Andreas Schäfer*

Geringe Holzpreise, hoher Kostendruck und zunehmender Wettbewerb der Holzanbieter erfordern von den Rohholzproduzenten, die forstliche Produktionskette weiter zu optimieren. In einem Pilotprojekt geschieht dies durch direktes Beladen von Sattelauflegern mit Forwardern. Die LWF begleitet die Einführung des Verfahrens „Integrierte Holzernte mit Trailersystem (IHT)“ und entwickelt es mit den Beteiligten weiter.

Das System (IHT) beinhaltet die Frei-Werk-Lieferung mit Sattelauflegern (Trailer), die Forwarder ohne zwischenzupoltern direkt beladen. Es handelt sich um ein bislang wenig erprobtes Verfahren innerhalb des Logistikkonzepts der Bayerischen Staatsforstverwaltung. Deshalb ist es sinnvoll, genaue Prozessabläufe und Rahmenbedingungen für den Einsatz zu erheben, um vorhandene Optimierungspotenziale darzustellen.

Das Staatsministerium beauftragte das Sachge-



Abb. 1: Trailerdirektbeladung mit Forwarder

biet IV der LWF mit der wissenschaftlichen Begleitung eines Projektes der Forstdirektion Oberbayern-Schwaben.

Die Ziele der Studie sind:

- Darstellung der **Prozessabläufe**;
- Erarbeitung **prozessanalytischer** Vor- und Nachteile;

- Quantifizierung **monetärer** Vor- und Nachteile einer IHT;
- **Ausblick und Weiterentwicklung** des Verfahrens IHT (sofern angezeigt);
- **Vergleich** „Flächenpool“ der Forstdirektion Niederbayern-Oberpfalz und der „IHT“.

Das Projekt umfasst rund 52.000 Festmeter, davon 30.000 fm Standardlänge Fi/Ta, sowie fünf beteiligte Forstämter innerhalb der Forstdirektion Oberbayern-Schwaben. Die bereitgestellten Fich-



Abb. 2: Beladener Trailer mit Zugmaschine

ten-Standardlängen wurden an drei Stammkunden verkauft.

Mittels Befragungen aller Beteiligten, Zeitstudien und Zeitmitschriften werden Prozessabläufe transparent dargestellt. Weiterentwicklungen können so unter Mitwirkung der Beteiligten erarbeitet und umgesetzt werden.

* Dr. MICHAEL LUTZE und ANDREAS SCHÄFER sind Mitarbeiter im Sachgebiet IV der LWF.

Welche Holzernte- und Bringungsverfahren gibt es für steile Lagen?

Holzernte am Hang

Ein neuer LWF-Bericht gibt einen raschen Überblick

von Enno Uhl*

Beträchtliche Waldflächen Mitteleuropas liegen in Hochgebirgsregionen oder in Mittelgebirgen. Die Bewirtschaftung und Pflege dieser Wälder und insbesondere die Holzernte finden aufgrund der natürlichen Voraussetzungen unter erschwerten Bedingungen statt. Für den Wirtschaftler stehen zahlreiche, bewährte Varianten an Ernte- und Bringungsverfahren sowie Verfahrenskombinationen zur Verfügung. In den letzten Jahren gab es zudem viele Neuentwicklungen und Verbesserungen in der Forsttechnik für gebirgige Lagen. Häufig ist es nicht einfach, ein geeignetes und kostengünstiges Verfahren für die jeweiligen Einsatzbedingungen zu finden.

Um Waldbesitzern für die Auswahl geeigneter Verfahren ein Hilfsmittel an die Hand zu geben, wurden im Rahmen einer Literaturstudie unter Einbeziehung von Erfahrungswerten aus der Praxis der Maschinenbetriebe gebräuchliche Ernte- und Bringungstechniken für das Hochgebirge sowie Neuerungen auf diesem Gebiet zusammengetragen und im *LWF-Bericht Nr. 36* beschrieben. Die Studie umfasst die Analyse von Veröffentlichungen in einschlägigen Fachzeitschriften, Dissertationen, wissenschaftlichen Arbeiten, Merkblättern, Internetbeiträgen, Maschinendatenblättern sowie technischen Unterlagen von Herstellern. Zusätzlich wurden Leistungs- und Kostenwerte mit praktischen Erfahrungen aus zahlreichen Einsätzen des Seilstützpunktes Laubau ergänzt und verprobt.

Was leistet der Bericht?

Der Bericht gibt einen konzentrierten Überblick über die gängigsten Arbeitsverfahren und Maschinen für die Holzernte im Gebirge. Die Aussagen treffen gleichermaßen auch für die Holzernte in den steilen Lagen unserer Mittelgebirge zu. Die Verfahren werden einheitlich nach den in Tabelle 1 beschriebenen Kriterien veranschaulicht. Dies hilft, die Verfahren besser zu vergleichen. Die Darstellung beschränkt sich dabei auf das jeweilige Arbeitsverfahren oder charakteristische Abläufe. Abweichungen von den Verfahrensbeschreibungen oder der Maschinenausstattung kommen in der

Praxis häufig vor. Daraus können sich Änderungen in der Leistung, Ergonomie und Pfleglichkeit ergeben.

Tab. 1: Kriterien zur Beschreibung der einzelnen Verfahren

- Einsatzbereich
- Maschinen und Geräte
- Verfahrensablauf
- Leistung und Kosten
- Pfleglichkeit
- Ergonomie und Arbeitssicherheit
- Abschließende Beurteilung

Aus der Literatur wurden Anhaltswerte für Leistung und Kosten der einzelnen Verfahren abgeleitet. Das gesichtete Material, insbesondere zu Leistungs- und Kostenansätzen, war allerdings sehr heterogen. Zum großen Teil handelte es sich um Arbeitsstudien unter speziellen Einsatzbedingungen. Langfristige Zeitstudien liegen nur für Verfahren vor, die bereits seit längerem in die Praxis eingeführt sind. Gerade im Gebirge beeinflussen jedoch eine Vielzahl von Rahmenbedingungen das Arbeitsergebnis. Eine Verallgemeinerung der genannten Kennwerte ist daher nicht möglich. Sie

* ENNO UHL ist Mitarbeiter im Sachgebiet IV der LWF.

geben aber hilfreiche Rahmenwerte und Tendenzen an. Bei der Berechnung von Kosten sind stets die Kalkulationsgrundlagen genannt. Dies eröffnet die Möglichkeit, Leistungswerte und Kostensätze den eigenen Verhältnissen entsprechend zu modifizieren und individuell zu berechnen.

Welche Verfahren werden beschrieben?

Der Bericht enthält Beschreibungen zu den in Tabelle 2 aufgeführten Ernte- und Bringungsverfahren sowie Verfahrenskombinationen. Es war nicht beabsichtigt, alle in der Praxis vorkommenden Verfahren und ihre Varianten zu beschreiben. Die Auswahl der Verfahren beschränkt sich der Übersichtlichkeit wegen vielmehr auf Standardverfahren und ausgesuchte Verfahrenskombinationen, die die aktuelle Entwicklung für die Holzernte im Gebirge aufzeigen.

In einer Übersicht werden alle Verfahren nochmals stichwortartig mit erläuternden Piktogrammen zusammengefasst, ergänzt von einer Beurteilung nach den beschriebenen Kriterien. Der Bericht

endet mit einer umfangreichen Literaturliste. Detaillierte Informationen zu einzelnen Verfahren können so leicht gefunden werden.

Ausblick

Der forstlichen Praxis soll anhand der Zusammenstellung eine Entscheidungsunterstützung für die Wahl eines geeigneten Holzernteverfahrens in steilen Lagen an die Hand gegeben werden. Im Laufe der Arbeit wurde jedoch auch klar, dass in vielen Bereichen noch Forschungsbedarf besteht. Sowohl zu den bekannten Verfahren, insbesondere aber zu innovativen Techniken, liegen vielfach noch keine ausreichenden Kenndaten vor.

Der LWF-Bericht Nr. 36 „Holzernte am Hang“ kann für 10 Euro bei der LWF bestellt oder kostenlos von der Homepage der LWF heruntergeladen werden.

In Kürze wird zum LWF-Bericht ein Merkblatt erscheinen. Hier werden die wichtigsten Aussagen des Berichts nochmals zusammenfassend dargestellt.

Tab. 2: Im Bericht beschriebene Arbeitsverfahren und Verfahrenskombinationen

Arbeitsverfahren für Fällen und Aufarbeiten

- Motormanuelle Verfahren
- Mechanisierte Verfahren

Bringungsverfahren

- Freies Treiben
- Kunststoffloiten
- Schlepperbringung
- Forwarder
- Seilbringung
- Hubschrauberbringung

Verfahrenskombinationen

- Motormanuelles Fällen und Aufarbeiten, Rücken mit Forstschlepper auf Maschinenwegen
- Motormanuelles Fällen und Aufarbeiten, Bringung mit Seilkran, Verziehen mit Forstschlepper
- Motormanuelle Fällung in Kombination mit Seilkranbringung (Vollbäume) und Aufarbeitung mit Harvester oder Prozessor
- Gebirgharvester
- Raupenharvester mit anschließender Seilkranbringung
- Motormanuelle Fällung, Hubschrauberbringung, Aufarbeitung mit Harvester oder Prozessor

Der Mobil-Seilkran - Ein moderner „Klassiker“ für schwierige Lagen

Mobile Seilkrananlagen sind für steile Hänge aber auch für feuchte, empfindliche Standorte im Flachland ein ausgereiftes Verfahren für die Holzbringung. Die synonyme Bezeichnung Kippmastgeräte lässt bereits auf die Konstruktion schließen. Die Systeme bestehen aus einem kippbaren Mast, einer Seilwinde sowie einer Antriebseinheit, die gemeinsam auf einem Trägerfahrzeug montiert sind. Dieses kann ein LKW, Schlepper oder auch, insbesondere bei kleineren Seilanlagen, ein Anhänger sein. Zusätzliche Verladekräne am Fahrzeug erlauben sofortiges Gantern. Neuerdings werden Mobilseilkräne auch mit Kranprozessoren ausgestattet (sogenannte Gebirgsharvester). Damit können gelieferte Vollbäume auf der Waldstraße aufgearbeitet werden.

Mobilseilkräne verfügen je nach Größenklasse über unterschiedliche Reichweiten von etwa 200 bis 800 m und können so je nach Hiebsbedingungen passend eingesetzt werden. Sie können entsprechend ihrer Seilsysteme für die Bringung bergauf und bergab sowie horizontal verwendet werden. Das System, die Anzahl und Länge der Trassen sind die entscheidenden Einflussfaktoren für die Montagekosten. Moderne Laufwägen (Seilkranautomaten) verfügen über eine Tragseilklemmung, die einen automatisierten und damit ergonomischen Seilauzug ermöglicht. In den letzten Jahren wurden zudem praxistaugliche selbstfahrende Laufwägen entwickelt.

Seilkrananlagen können mit zahlreichen Holzernteverfahren kombiniert werden. Sowohl die Bringung nach motormanueller Aufarbeitung von Sortenstücken oder Vollbäumen als auch die Kombination mit Harvesteraufarbeitung ist möglich. Die Bringung mit Mobilseilkrananlagen ist besonders pfleglich für Bestand und Boden.

Enno Uhl

Tab. 1: Verfahrenskombinationen mit mobilen Seilkrananlagen

	Arbeitsvorgang	Einsatzort:	Bestand	Rückegasse	Waldstraße
1	Motormanuelles Fällen und Aufarbeiten				
	Bringung mit Seilkran				
	Verziehen mit Forstschlepper				
2	Motormanuelle Fällung (Vollbäume)				
	Bringung mit Seilkran				
	Aufarbeitung durch Harvester oder Prozessor				
3	Motormanuelle Fällung				
	Bringung und Aufarbeitung durch Gebirgsharvester				
	Verziehen mit Forstschlepper				
4	Fällung und Aufarbeitung mit Raupenharvester				
	Bringung mit Seilkran Seilkranbringung				
	Verziehen mit Forstschlepper				

Informationsflüsse in der Holzerntekette

Praxiseinsatz der Logistiksoftware GeoMail

von Ekkehard von Bodelschwingh und Jürgen Bauer*

In einem von der Staatsforstverwaltung geförderten Pilotprojekt testete der Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der TU München die Logistiksoftware GeoMail auf ihre Praxistauglichkeit und zeigte die Investitionskosten des Systems auf. Dabei wurden die Akteure einer Holzerntekette, der Revierförster, das Einschlagsunternehmen und der Holztransporteur mit dem Softwareprogramm ausgestattet.

Obwohl moderne Informations- und Kommunikationssysteme wie z. B. Email, Logistiksoftware und Navigationssysteme in vielen Bereichen des alltäglichen Lebens nicht mehr wegzudenken sind, ist deren systematische Nutzung in der mitteleuropäischen Forstwirtschaft nur ansatzweise zu beobachten. Der typische Ablauf der Holzerntekette (vgl. Kasten S. 10) in Deutschland ist immer noch geprägt von Brüchen im Informations- und Materialfluss. Dies ist ein Grund dafür, dass die Erlöse für die Forstwirtschaft im internationalen Vergleich eher gering ausfallen (KRAFT 2000).

Die nun für den deutschsprachigen Raum entwickelten Logistiksoftwarelösungen versprechen, den Informations- und Kommunikationsfluss in der Holzerntekette zu verbessern und dadurch Rationalisierungspotenziale auszuschöpfen.

Um diese These zu erhärten, wurde in einem von der Bayerischen Staatsforstverwaltung finanzierten Projekt das Softwarepaket GeoMail der Firma Wahlers Forsttechnik/Uffenheim auf dessen Praxistauglichkeit getestet und eine entsprechende Kostenrechnung aufgestellt.

In Zusammenarbeit mit der Forstverwaltung der Ludwig-Maximilians-Universität München, dem Forstunternehmen Georg Vilser aus Göttlkofen sowie dem österreichischen Transportunternehmen Pölzleitner durchleuchtete der Lehrstuhl die softwaregestützte logistische Abwicklung eines Hiebes. Dabei wurden im Zeitraum von Oktober bis einschließlich Dezember 2002 rund 3.000 fm Rundholz geerntet und frei Werk geliefert.

Die Software GeoMail

GeoMail ist ein Computerprogramm für das Auftragsmanagement und die Logistiksteuerung in der Holzerntekette, in dem alle Beteiligten über Computer miteinander vernetzt sind. Sämtliche Informationen und Produktionsleistungen über eine Hiebsmaßnahme können damit tagesaktuell zur Verfügung gestellt werden. Der Versand von Arbeitsaufträgen erfolgt innerhalb des Programms mit Email. Ein Arbeitsauftrag beinhaltet neben einer Kennzeichnung der Maßnahmenflächen in einer digitalen Karte zusätzliche Informationen wie beispielsweise Aushaltungskriterien der einzelnen Sortimente. Als Kartengrundlage wurde dazu die „TOP 50-Bayern“ auf dem Computer installiert. Diese entspricht im wesentlichen der topographischen Karte von Bayern im Maßstab 1:50 000.

Hardwareanforderung

Voraussetzung für einen digitalen Informationsaustausch ist eine geeignete Hardwareausstattung. Für die stationären Einheiten, z. B. für Förster und Einsatzleiter, erfüllt ein heute üblicher Bürorechner die Anforderungen der Software in vollem Umfang. Bei der Verwendung eines wetterfesten Laptops – siehe Abb. 1 – kann GeoMail auch direkt im Wald verwendet werden.

In Abb. 1 ist ferner ein Mobiltelefon zur Datenübertragung sowie eine GPS-Antenne (Global Positioning System) zur Navigation dargestellt. Mit GPS ist es möglich, über Satellitenortung die aktuellen Koordinaten des Standorts zu ermitteln.

* EKKEHARD VON BODELSCHWINGH und JÜRGEN BAUER sind Mitarbeiter am Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der TU München.

Für die mobilen Einheiten Harvester, Forwarder und LKW sind spezielle Bordcomputer notwendig, die den extremen Belastungen wie Vibration, Stoß, Staub und Temperaturschwankung standhalten. Der in Abb. 1 gezeigte vibrationsunempfindliche Laptop stellt zumindest für den LKW eine mögliche Alternative zum Festeinbau dar. In Harvestern der neuesten Generation sind entsprechende Bordcomputer bereits serienmäßig eingebaut, ein nachträglicher Einbau in Forwarder ist in den meisten Fällen problemlos möglich.



Abb. 1: Laptop mit GPS-Antenne und Mobiltelefon zur Datenübertragung (Foto: von Bodelschwingh)

Informationsflüsse mit GeoMail

Die zentrale Anlaufstelle in GeoMail für die täglichen Statusmeldungen der einzelnen Beteiligten ist immer der sogenannte Koordinator. Seine Aufgabe ist es, einen digitalen Arbeitsauftrag zu erstellen sowie Informationen in GeoMail zu empfangen und an alle Beteiligten weiterzuleiten (Abb. 2).

Diese Koordinatorfunktion nahm im Versuch der Einsatzleiter wahr, kann aber sowohl der Förster, der Holzeinkäufer oder der Holztransporteur übernehmen.

Bereits bei der Waldbegehung werden die Maßnahmenflächen mit Hilfe von Laptop und GPS auf der digitalen Karte in GeoMail erfasst sowie Polterplätze und Anfahrtsrouten markiert. Diese Daten werden als Arbeitsauftrag mit E-mail an alle Beteiligten der Holzerntekette versandt. Ohne großen Kommunikationsaufwand liegen nun dem Harvesterfahrer alle wichtigen

Informationen für seine Arbeit vor. Er kann sich mit der Anzeige seiner Position am Bildschirm problemlos im Gelände orientieren. Automatisch werden die Fahrspuren des Harvesters über GPS aufgezeichnet und über den Koordinator an den Forwarderfahrer versendet. Dieser nutzt die Darstellung der Fahrlinien in der digitalen Karte für die eigene Navigation (Abb. 3).

Holzverluste beim Rücken durch das Vergessen von Teilflächen können vermieden werden. Der Forwarderfahrer misst die Koordinaten der Holzpolter an der Waldstraße. Weitere Angaben zum Polter (Sortiment, Stückzahl, Raummaß, Losnummer etc.) kann der Förster oder Rücker ergänzen und in GeoMail eintragen. Fertig gerückte Polter gibt der Förster im System zur Abfuhr frei.

Alle wichtigen Informationen zu einem Hieb stehen nun auch dem Spediteur für seine Tourenplanung zur Verfügung. Sind Fuhrunternehmer oder Holzindustrie nicht im System integriert, kann dieser Datensatz auch in herkömmliche Windows-Anwendungen eingebunden und per Email oder Fax verschickt werden.

Ergebnisse

Der durchschnittliche tägliche Aufwand für die Eingabe und Pflege von Daten in GeoMail betrug beim Förster weniger als 30 Minuten, der Einsatzleiter in seiner Funktion als Koordinator benötigte durchschnittlich 45 Minuten. Ein ähnlich hoher Zeitbedarf ist auch für eine handschriftliche Erfassung zu veranschlagen.

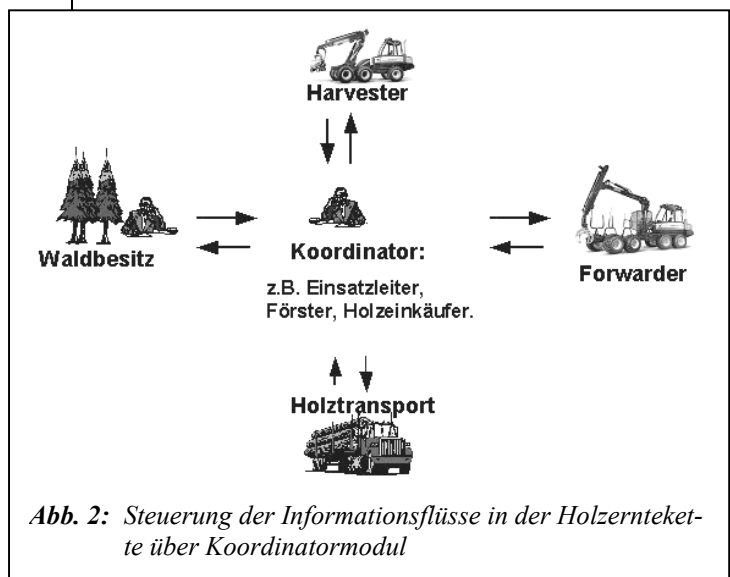


Abb. 2: Steuerung der Informationsflüsse in der Holzerntekette über Koordinatormodul

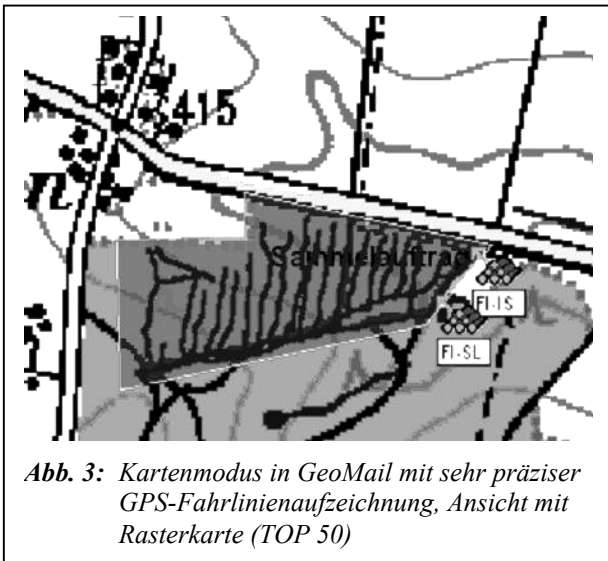


Abb. 3: Kartenmodus in GeoMail mit sehr präziser GPS-Fahrlinienaufzeichnung, Ansicht mit Rasterkarte (TOP 50)

Die Eingabezeit der Maschinenführer, insbesondere des Forwarderfahrers (Eingabe von Polterinformationen) muss als zusätzlicher Arbeitsaufwand bewertet werden. Im Verlauf der Studie wurde ein durchschnittlicher Zeitaufwand von 15 Minuten ermittelt.

Die Software GeoMail funktionierte im Untersuchungszeitraum störungsfrei. Probleme traten lediglich nach dem Einspielen eines Updates auf. Der Hersteller behob sie jedoch umgehend vor Ort. Eine schlechte Netzabdeckung für Mobiltelefone (Funklöcher) in entlegenen Gebieten erhöht die Störanfälligkeit des Systems. In vielen Fällen reicht aber ein Ortswechsel der Maschinen aus, um eine ausreichende Funkverbindung wieder herzustellen. Das GPS-Signal ist für eine genaue Ortung auf der Rückegasse jederzeit ausreichend verfügbar. Die hier verwendete Karte TOP 50 stellt für die Rundholzlogistik, insbesondere für die Holzabfuhr, eine gute Grundlage dar. Eine Integration von vektorisierten Forstkarten hatte speziell für den Einsatzleiter und die Maschinenführer im Bereich der Planung und Orientierung im Gelände einen klaren Informationsgewinn zur Folge. Neben Besitz-, Revier- und Abteilungsgrenzen können zusätzlich Wegeklassifizierungen, Rückegassen oder nicht zu befahrende Gebiete (Biotope, Sumpfflächen etc.) dargestellt werden.

Vor- und Nachteile von GeoMail

Als Hauptvorteil sahen die Beteiligten die erhöhte Informationstransparenz durch das System. Diese bedingt:

- kürzere Einweisungszeiten des Forstpersonals wegen verbesserter Orientierung der Harvester-, Forwarder- und LKW-Fahrer aufgrund digitaler Karte mit Positionsanzeige;
- verbesserte Planungsgrundlage für alle Beteiligten der Holzertekette sowie die Holzindustrie durch tagesaktuellen Überblick über Aufarbeitungs- und Rückestatus;
- effektiveren Personal- und Maschineneinsatz;
- optimierte Holzabfuhr durch detaillierte Informationen über Polterorte und Poltermengen.

Der telefonische und persönliche Kommunikationsaufwand zur Vermittlung hiebsbezogener Informationen konnte mit der Übermittlung in GeoMail reduziert werden. Das Programm ist bedienungsfreundlich, der Schulungsaufwand zur Einführung des Systems ist überschaubar.

Als Nachteil wurden die Investitionskosten und die teilweise reduzierte Netzabdeckung im Mobilfunknetz festgestellt. Das Problem der Netzabdeckung konnte in vielen Fällen durch einen Ortswechsel der Maschinen gelöst werden.

Kosten

Die Ausstattung eines Försters mit einem Büro-PC kostet ca. 1.500 Euro. Die für den Einsatz im Wald tauglichen Laptops erfordern eine Investition von ca. 2.500 Euro.

Die Softwarelizenz für GeoMail beträgt für das Standardmodul 1.500 Euro, für die Koordinatorversion 2.000 Euro.

Für eine nachträgliche Investition für Rückefahrzeuge und ältere Harvester in geeignete PC's müssen Kosten zwischen 4.000 und 7.500 Euro zu Grunde gelegt werden, für eine GPS-Antenne zusätzlich ca. 800 Euro.

Bei einem durchschnittlichen Jahreseinschlag von ca. 23.000 fm pro Maschine werden für einen Harvester mit vorhandenem Bordcomputer Systemkosten (inklusive Personalkosten) aufgrund der Benutzung von GeoMail von 0,13 Euro/Fm abgeleitet. Tab. 1 zeigt die Kostenkalkulation für die Systemkosten eines Forwarders bei Investitionen in

SCHWERPUNKT

Tab. 1: Kosten der Ausstattung eines Forwarders mit Hard- und Software
(Bei angenommener durchschnittlicher Leistung von 13 fm je Betriebsstunde und einer Jahresleistung von 23.000 fm)

Bei angenommenen Kosten:	Grundlagen:		Kalkulation:	
			€ / FM	€ / Bstd.
Anschaffungskosten/Afa	€	7.250	0,06	0,73
Abschreibungszeit	Jahre	5,00		
Nutzungsdauer / Jahr	Bstd.	1.800		
Arbeitsstunden / Tag	Std.	10		
Zinskosten, eff. Jahreszins	%	6,90	0,02	0,28
Arbeitsaufwand 10 Min/Tag	€/Jahr	2250	0,10	1,25
Kosten Datenübertragung	€/Tag	1,00	0,01	0,10
Gesamtkosten in Euro			0,18	2,35

Hard- und Software. Für diese Variante ergibt sich ein Betrag von 0,18 Euro/Fm, der den täglichen Zeitbedarf von 15 Minuten für die Dateneingabe inklusive der Maschinenstandzeiten berücksichtigt.

Im Falle des Einsatzleiters müssen Systemkosten (Personal- und Hard/Softwarekosten) in Höhe von 0,12 Euro/Fm angesetzt werden. Bei einer Komplettausstattung aller Beteiligten einer Holzerntekette mit GeoMail addieren sich die Gesamtkosten auf 1 Euro/Fm.

Ausblick

Die Bedeutung von Logistikkonzepten zur Optimierung der Holzerntekette wird weiter zunehmen, da Holzeinschlag und -verkauf die betriebswirtschaftlich wichtigsten Geschäftsprozesse der Forstbetriebe sind. Diesbezüglich stellt die Software GeoMail ein ausgereiftes und für die Praxis taugliches Werkzeug dar. Das Programm ist so flexibel, dass für kleine und mittlere Einschlagsunternehmen sowie Forstbetriebe eine Ausstattung des Einsatzleiters bzw. Försters und Forwarders bei Gesamtkosten von 0,30 Euro/Fm empfohlen werden kann. Die Investitionskosten sind überschaubar und ermöglichen eine schnell nutzbare Verbesserung in der Logistik.

Eine Gesamtausstattung der Holzerntekette mit GeoMail rechnet sich insbesondere dann, wenn Waldbesitz, Einschlags- und Transportunternehmen sowie die Holzindustrie eng kooperieren und betriebsübergreifend Einsparungsmöglichkeiten nutzen wollen. Den Investitionskosten von 1 Euro/fm stehen Rationalisierungspotenziale von mindestens 5 Euro/fm bei Sägerundholz gegenüber (KRAFT 2000). Die Nutzung von Logistiksoftware scheitert allerdings noch häufig an der Frage der Aufteilung der Investitionskosten auf die Beteiligten.

Literatur

- DREEKE, R. (2000): Weiter Funkstille zwischen Harvester und Sägewerk. Holz-Zentralblatt Nr. 63
- FUNK, M. (2001): Gesteigerte Wertschöpfung in der Rundholzbereitstellung durch optimierten EDV-Einsatz. KWF-Seminar auf der Ligna
- KRAFT, D. (2000): Die Prozesskette Holzernte: Leistungs- und Wertschöpfungsprozess aus der Sicht eines Forstunternehmers. Forst und Holz 55 (5), S. 123-130
- LAUFMANN, P. (2001): Die Wertschöpfung zwischen Forst und Holz logistisch verketten. Österreichische Forstzeitschrift 6/01

Zwei in Einer – eine echte Alternative?

Harvester und Forwarder in einer Maschine

Der Harwarder Valmet 801 Combi im Praxistest

*von Ekkehard von Bodelschwingh und Reinhard Pausch**

Der Prototyp der ersten Kombimaschine aus dem Hause Valmet wurde in Schweden auf der ELMIA WOOD im Jahr 2001 vorgestellt. In diesem Frühjahr wurde der mittlerweile in Serie hergestellte Valmet 801 Combi erstmalig in Deutschland eingesetzt. Im Rahmen eines Pilotprojektes wurden Leistung und Praxistauglichkeit der Maschine unter mitteleuropäischen Verhältnissen getestet, um daraus mögliche und sinnvolle Einsatzbereiche ableiten zu können.

Bei der Kombimaschine Valmet 801 handelt es sich um einen so genannten Harwarder, der die Funktionen eines Harvesters und eines Forwarders in einer Maschine vereint. Bereits Mitte der 1990er Jahre wurden erste Prototypen entwickelt, die sich aber bis heute nicht in der Praxis durchsetzten. Abgesehen von konstruktiven Schwächen bestand ein wesentlicher Nachteil dieser Maschinen darin, dass die direkte Aufarbeitung eines Baumes in den Rungenkorb nicht möglich war. Die Abschnitte mussten in einem weiteren Arbeitsgang separat aufgeladen werden. Mit dem Valmet 801 Combi unternimmt nun einer der großen Hersteller von Forstmaschinen einen erneuten Anlauf, um künftig auch das Marktsegment für Harwarder bedienen zu können.

Bewährte Technik

Der Valmet 801 Combi erscheint auf den ersten Blick einem gewöhnlichen Forwarder sehr ähnlich (Abb. 1). In der Tat handelt es sich bei einem Großteil der Komponenten um bewährte Technik, die bei Valmet in den Serienmodellen der Harvester und Forwarder eingebaut wird.

Der speziell für die Kombimaschine konzipierte Kran ist rechts neben der Kabine angebracht und besitzt mit 11 m eine große Reichweite. Er ist zusammen mit der Kabine um 540 Grad drehbar. Damit besitzt der Fahrer stets eine gute Übersicht über sein Arbeitsfeld.

Der Rungenkorb der Testmaschine hatte eine Ladekapazität von durchschnittlich 10 m³ und war für die Quer- und Längsbeladung ausgelegt. Ein hervorstechendes Merkmal des Valmet 801 ist sein Kombiaggregat, das im Wesentlichen dem eines Harvesters entspricht, lediglich ergänzt von zwei zusätzlichen Greifern zum Be- und Entladen. Bei einem Gewicht von nur 650 kg ermöglicht es das Fällen bis zu einem Durchmesser von 50 cm, der maximale Entastungsdurchmesser beträgt 45 cm.

Während die im Rahmen des Projektes untersuchte Maschine mit einem 4-Zylinder-Turbo-Motor mit einer Leistung von 95 KW (129 PS) ausgestattet war, wird künftig ausschließlich eine



Abb. 1: Direkte Aufarbeitung in die Rungen mit Valmet 801 Combi (Foto: von Bodelschwingh)

* EKKEHARD VON BODELSCHWINGH und Dr. REINHARD PAUSCH sind Mitarbeiter am Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der TU München.

6-Zylinder Version mit 140 KW (190 PS) angeboten werden.

Die Kombimaschine im Praxiseinsatz

Um erstmalig Kennzahlen zur Arbeitsweise und Produktivität des Valmet 801 Combi unter deutschen Verhältnissen zu erhalten, wurden diese in einem ersten Praxiseinsatz in Zusammenarbeit mit der Firma Partek Forest aus Vöhringen erhoben. Im Untersuchungszeitraum wurden insgesamt 1.400 Festmeter Kiefernrundholz in vier Sortimenten aufgearbeitet. Das mittlere Baumvolumen lag bei 0,20 Efm ohne Rinde, die Eingriffsstärke betrug im Mittel 60 Efm/ha bei einer durchschnittlichen Rückedistanz von 320 m.

Ein Harvester Valmet 901.2 und ein Valmet 820 Forwarder wurden zusätzlich beobachtet, um Vergleichsdaten zu einem üblichen Zweimaschinensystem zu erhalten.

Aufgearbeitet und gleichzeitig verladen

Das besondere an dem Arbeitsverfahren des Valmet 801 Combi ist, dass das Holz direkt in den Rungenkorb der Maschine aufgearbeitet und fertig verladen an die Waldstraße gerückt werden kann. Dazu wird die Rückegasse mit dem Korb voraus rückwärts befahren und im Falle eines Gassenaufhiebtes mit dem Aufschneiden der Gasse begonnen. Der Baum wird hinter der Maschine voraus in Richtung der anzulegenden Gasse gefällt. Anschließend werden die einzelnen Sortenabschnitte von hinten direkt längs in den Rungenkorb geschnitten wie in Abb. 1 dargestellt. Äste und Gipfelstücke fallen dabei hinter das Fahrzeug und werden als Reisigmatte in die Rückegasse eingebaut.

Im Rahmen der Studie wurden überwiegend 3-m-Abschnitte ausgehalten. Dies ermöglicht eine Querverladung der Bäume aus den Kranzonen rechts und links der Gasse. Diese Arbeitsweise ist der eines normalen Harvesters ähnlich mit dem Unterschied, dass die Abschnitte direkt quer in den Rungenkorb geschnitten werden. Dabei fällt das restliche Gipfelstück in den Bestand seitlich der Rückegasse.

Durch ein seitlich und längs versetztes Ablegen der Abschnitte auf dem Rungenkorb können zwei Hauptsortimente gleichzeitig geladen werden. Diese räumliche Ordnung erleichtert das separate Poltern der einzelnen Sortimente beim Entladen an der

Waldstraße. Vorteilhaft ist eine beidseitige Entlademöglichkeit, da beide Sortimente gleichzeitig ohne zusätzlichen Rangieraufwand entladen werden können.

Weil die Aufarbeitung und Rückung in einem Arbeitsgang erledigt wird, ist eine Reduktion der Befahrungsintensität der Rückegassen möglich. Insbesondere bei Sackgassen wurde bei dem Zweimaschinensystem eine annähernd doppelt so hohe Gesamtfahrstrecke beobachtet.

Ergebnisse

Einen wesentlichen Einflussfaktor auf die Produktivität für das Fällen und Aufarbeiten der Bäume stellt die Leistungsfähigkeit des Kranes sowie des Aggregates dar. Anhand der Zeitstudienresultate konnte festgestellt werden, dass das Aufschneiden von Rückegassen der Kombimaschine keine Schwierigkeit bereitet und die Leistung nicht beeinträchtigt. Die Aufarbeitungsleistung des Aggregates Valmet 330 Duo entspricht der eines Harvesters vergleichbarer Größe. Mitentscheidend für eine hohe Produktivität der Kombimaschine Valmet 801 ist ein möglichst hoher Anteil an Abschnitten, der direkt in die Rungen aufgearbeitet wird und somit ein zusätzliches Beladen in Forwarderfunktion überflüssig macht. In Abhängigkeit vom Baumvolumen wurde ein Anteil an direkter Aufarbeitung in die Rungen zwischen 40 und 90 % erreicht. Auf Grund des geringeren Greifervolumens braucht die Kombimaschine beim Entladen der Abschnitte an der Waldstraße deutlich mehr Zeit als ein normaler Forwarder.

Als grobe Übersicht ist in Abb. 2 eine prozentuale Verteilung der Zeiten für die einzelnen Teilarbeiten dargestellt. Die drei linken Säulen zeigen den Valmet 801 im typischen Harwarderbetrieb in verschiedenen Versuchsbeständen. In den beiden rechten Säulen sind die kumulierten Werte eines Zweimaschinensystems dargestellt; zum einen die Kombimaschine in reiner Harvester- und Forwarderarbeit sowie ein Valmet 901 Harvester und ein Valmet 830 Rückezug.

Bei allen Varianten nimmt das Fällen und Aufarbeiten die meiste Zeit in Anspruch. Zu erkennen ist jedoch der deutlich geringere Zeitanteil für das Beladen im Harwarderbetrieb in Folge der direkten Aufarbeitung in den Rungenkorb. Die bereits angesprochene kürzere Entladedauer des Valmet 820

Variantenvergleich - Ablaufabschnitte

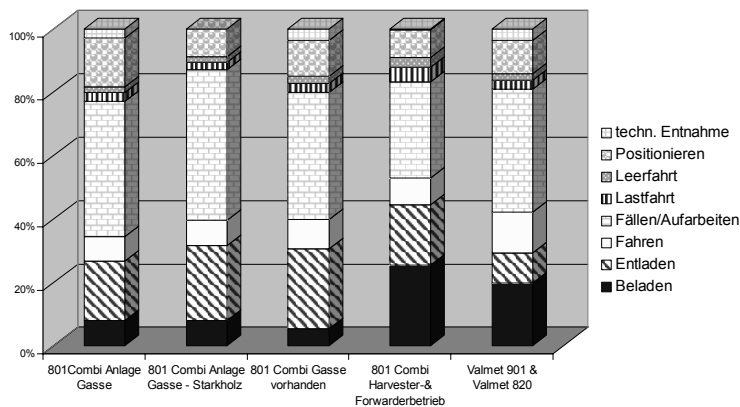


Abb. 2: Zeitanteile der Arbeitsablaufabschnitte (RAZ), Variantenvergleich

Forwarders ist ebenso zu sehen wie auch der höhere Anteil an Fahrzeiten des Harvesters und Forwarders.

Der Maschinenführer konnte sich dank seiner zehnjährigen Erfahrung als Harvesterfahrer schnell in dieses neue kombinierte Verfahren einarbeiten und erreichte auf Anhieb eine Leistung von knapp 4 Festmetern je Maschinenarbeitsstunde. Im letzten Drittel der Beobachtungsphase wurde bei einem mittleren Baumvolumen von 0,22 Efm ohne Rinde eine durchschnittliche Produktivität von 10 Erntefestmetern je Maschinenarbeitsstunde frei Waldstraße erzielt. Definitionsgemäß sind in der Maschinenarbeitsstunde alle Unterbrechungen kleiner 15 Minuten enthalten (MAS = pmh 15). In Abb. 3 ist die technische Arbeitsproduktivität des Valmet 801 Combi dargestellt, wie sie sich aus den Zeitstudienenergebnissen ableiten lässt.

Kostenvergleich

Mit einem aus den Zeitstudien gewonnenen Kalkulationsmodell kann nun für unterschiedliche Bedingungen ein Kostenvergleich zwischen dem Zweimaschinensystem und der Kombimaschine errechnet werden. Bei einer Eingriffsstärke von 60 Efm/ha, einer Gassenlänge von 200 m und drei ausgehaltenen Sortimenten ergibt sich somit eine Kostendifferenz wie in Abbildung 4 dargestellt.

Bis zu einer Hiebsmenge von 200 Efm ist ein deutlicher Kostenvorteil von 2 bis 4 €/Efm zu Gunsten der Kombimaschine erkennbar. Der Valmet 801 Combi erreicht eine optimale Leistung bei einem mittleren Baumvolumen zwischen 0,2 und 0,4 Efm, da in diesem Bereich 60 bis 90 % des Holzes direkt in die Rungen aufgearbeitet werden können und das Holz noch so stark ist, dass sich das Stückmasse-Gesetz nicht zu nachteilig auswirkt. Für das Umsetzen der Maschine(n) mit einem Tieflader ist in der Kalkulation eine Gesamtfahrstrecke von 250 Kilometern eingerechnet. Sie wurde mit einem Kostensatz von 547 € pro Maschine berücksichtigt.

Grundsätzlich ist bei dieser Kalkulation zu beachten, dass es sich hier um ein abstrahiertes Modell handelt, das spezifische Personal- und Kostenstrukturen einzelner Unternehmen sowie unterschiedliche Auslastungsgrade der Maschinentypen nicht miteinbezieht.

In diesem Zusammenhang wären beispielsweise Kosten für ein zweites Serviceauto, Vorrat an Ersatzteilen sowie die Planung und Organisation zu

TAP Valmet 801 Combi

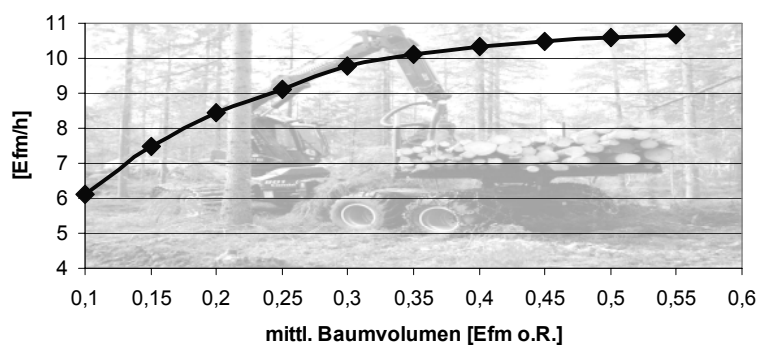
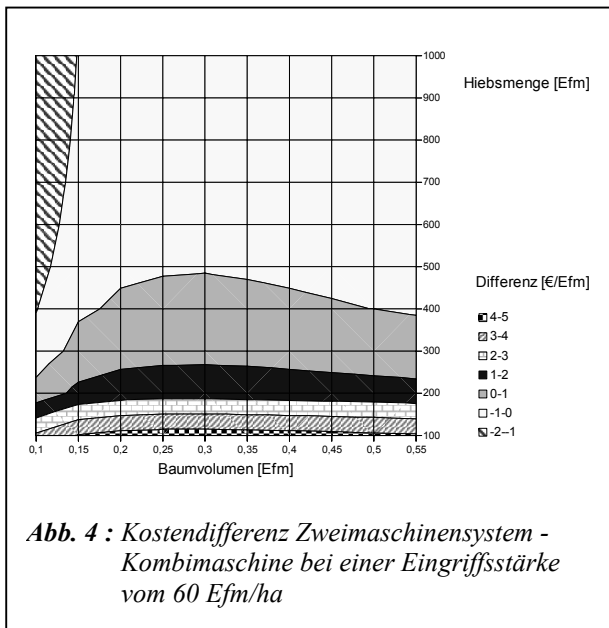


Abb. 3: Produktivität Valmet 801 Combi (inklusive Rückung)

nennen. Aus diesem Grund ist sowohl der Bereich zwischen 0 und 1 €/Efm und der von -1 bis 0 €/Efm als eine Art Übergangsbereich anzusehen, der eine individuelle Kalkulation für das einzelne Unternehmen erfordert.



Fazit

Die direkte Aufarbeitung des Holzes in den Rungenkorb ermöglicht eine verfahrenstechnische Optimierung der maschinellen Holzernte.

Im Vergleich zu dem Zweimaschinensystem nimmt die Rentabilität der Kombimaschine mit sinkender Eingriffsstärke und abnehmender Gesamtmenge pro Hieb deutlich zu. Mit zunehmender Länge der Rückedistanz ist der Forwarder auf Grund seines preiswerteren Kostensatzes pro Maschinenarbeitsstunde konkurrenzfähiger. Bei zerstreutem Hiebsanfall, also geringer Eingriffsstärke pro Hektar, schneidet die Kombimaschine wieder günstiger ab, da neben dem Forwarder auch der Harvester eine weitere Fahrstrecke zurücklegen muss.

Unter logistischen Gesichtspunkten bringt dieses Arbeitsverfahren offensichtliche Vorteile mit sich. Prinzipiell dürfte der Planungs- und Organisationsaufwand im Vorfeld für nur eine Maschine geringer sein als für ein Zweimaschinensystem. Außerdem stellt das Bordcomputermaß ein äußerst präzises Dispositionsmaß dar, da das gesamte Holz nicht aufgearbeitet im Wald, sondern in der Regel fertig gerückt an der Waldstraße liegt. Der Förster oder Einsatzleiter erhält somit täglich aktuelle Informationen über disponierbare Holzmen gen und Sortimente.

Für einen kleinen Unternehmer bzw. eine Forstbetriebsgemeinschaft bietet der Valmet 801 Combi die Möglichkeit, die mechanisierte Holzernte komplett mit einer einzigen Maschine durchzuführen. Bei einem großen Forstunternehmen erweitert die Kombimaschine den vorhandenen Fuhrpark als eine Art „Kundenservice-Maschine“, um auch kleinere Hiebe oder Kalamitätsnutzungen rationell aufarbeiten zu können.

Der Valmet 801 Combi stellt nicht nur ein innovatives Konzept zur Rationalisierung der Holzernte sondern auch eine leistungsfähige Technologie dar, die im Wettbewerb mit dem Zweimaschinensystem Harvester und Forwarder durchaus überzeugen und Nischen besetzen kann.

Detailliertere Informationen sind bei der Firma Partek Forest in Vöhringen und am Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik an der TU München erhältlich.

Harwarder

Wie der Name sagt, vereint der Harwarder die Maschinensysteme von Harvester und Forwarder in einer Maschine. Ein typisches Merkmal ist das Kombiaggregat, das die Bäume sowohl fällen, aufarbeiten und vermessen als auch greifen und laden kann. Der fast nahtlose Übergang der einzelnen Prozessschritte der Aufarbeitung und des Transportes im Gelände zeichnen diese Maschinen aus. Der Hauptvorteil dieses Holzerntesystems ist in Durchforstungen mit geringem Hiebsanfall oder bei der Aufarbeitung von „zufälligen Ergebnissen“ zu sehen, da lediglich eine Maschine und ein Fahrer benötigt werden. Die teuren Umsetzkosten mit einem Tieflader fallen nur einmal an.

*Ekkehard von Bodelschwingh
Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik
der TU München*

Harvester, die auf die Berge klettern

Neue Technik für die Holzernte im Hochgebirge

von Sven Korten*

Im Rahmen des Projektes ST 108 wurde der Raupenharvester Valmet 911 X3M (vormals „Snake“) bei einem Einsatz im Forstamt Ruhpolding untersucht. Erstmals wurde bei dieser Maschine nicht eine Raupenmaschine für den Forst umgerüstet, sondern eine Forstspezialmaschine mit vier einzeln aufgehängten Raupenlaufwerken ausgestattet. Die Knicklenkung reduziert die hohen Scherkräfte, die bei Raupenmaschinen systembedingt auftreten. Damit wird eine größere Bodenschonung erreicht. Daneben weist dieser Harvester eine Steigfähigkeit bis 80 % auf.

Auf der Versuchsfläche wurde die Leistung der Maschine anhand einer Zeitstudie dokumentiert. Daneben wurden die ober- und unterirdischen Schäden am verbleibenden Bestand sowie die befahrungsbedingten Bodenveränderungen erfasst.

Bei einem mittleren BHD von 25 cm wurde eine *technische Arbeitsproduktivität* (TAP) von 12,6 Efm o.R./MAS ermittelt. Dies ist im Vergleich zum Flachland ein vergleichsweise niedriger Wert, der sich aber durch die abholzigen und weniger hohen Fichten im Hochgebirge erklären lässt. Hinzu kamen auf der Versuchsfläche massive Schälsschäden und Schneebrüche, die den Zeitbedarf erhöhen und das Erntevolumen verkleinern. Auf der Basis von nicht schneegebrochenen oder geschälten Fichten wurde die Produktivitätsfunktion in Abb. 1 ermittelt. Bei einem mittleren BHD von 25 cm läge die TAP ohne Schneebrüche oder Schälsschäden um 50 % höher als bei dem Einsatz bei ca. 18 Efm o.R./MAS. Die höchste Leistung würde bei einem BHD von 34 cm erzielt. Dies entspricht einem Baumvolumen von etwa einem Festmeter. Die wichtigsten Faktoren, die den Zeitbedarf pro Baum und damit auch die Produktivität beeinflussen, sind die Baumdimension (Stückmassengesetz), die Eingriffsstärke und die Länge der grünen Krone. Ein

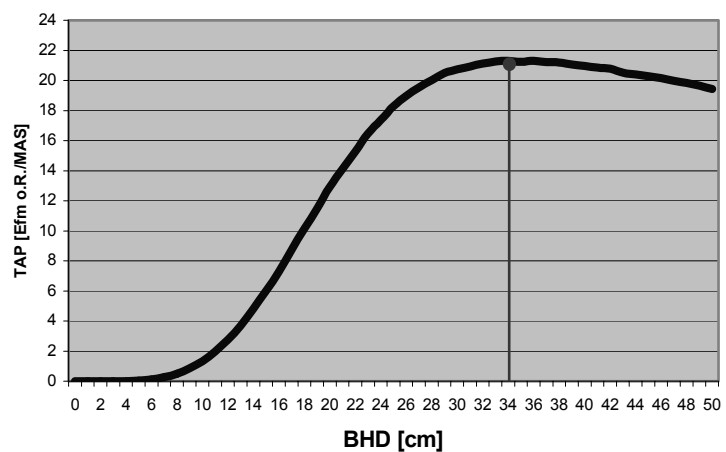


Abb. 1: Technische Arbeitsproduktivität [Efm o.R./MAS] in Abhängigkeit vom BHD [cm] bei nicht schneegebrochenen und nicht geschälten Bäumen

vorhandener Schneebruch senkt ebenfalls die Leistung.

Die *oberirdischen Schäden am verbleibenden Bestand* wurden im Anhalt an MENG (1978) erhoben. Das Schadprozent betrug 15,1 % und lag damit auf einem praxisüblichen Niveau. Da das Schadprozent stark von der Anzahl entnommener Bäume abhängt, wurde zur neutraleren Bewertung der Schäden die Anzahl beschädigter Bäume je entnommenem Altbestandsbaum errechnet. Im vorliegenden Fall betrug dieser Wert 0,17, d. h. je sechs entnommene Bäume wird ein verbleibender Baum beschädigt. Dies ist ein vergleichsweise niedriger Wert.

* SVEN KORTEN ist Mitarbeiter am Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der TU München.



Abb. 2: Raupenharvester Valmet 911 X3M
(Foto: von Bodelschwingh)

Die *Schäden an den Wurzeln* wurden an den Randbäumen der Rückegassen ermittelt. Dabei waren 2/3 aller Wurzeln, die in die Rückegassen hineinreichten, beschädigt. Bei 80 % der vorgefundenen Schäden handelte es sich um massive Verletzungen des Holzkörpers der Hauptwurzeln bis hin zum vollständigen Abriss, der insgesamt 40 % der Schäden ausmachte. 95 % aller Wurzelschäden wiesen dabei Schadflächengrößen über 10 cm² auf, 72 % waren über 100 cm² groß. Bezüglich des Infektionsrisikos erscheint dies äußerst bedenklich. Dies sind typische Schäden beim Einsatz von Raupenharvestern.

Hinsichtlich der *Bodenschäden* zeigte der Vergleich der Befahrungslinien mit den unbefahrenen Referenzflächen lediglich geringfügige Veränderungen der Bodenstruktur. Die mittleren Lagerungsdichten der drei untersuchten Rückegassen zeigten leichte Erhöhungen, das Gesamtporenvolumen nahm leicht ab. Diese Veränderungen sind allerdings zumeist nicht signifikant, so dass allen-

falls von Tendenzen gesprochen werden kann. Das Grobporensystem als empfindlichste Struktur eines Bodens wies ebenfalls keine signifikanten Veränderungen auf. Dies ist ein deutlicher Hinweis auf die geringe Auswirkung der mechanischen Belastung durch den raupengestützten Harvester. Die Leitfähigkeiten für Wasser und Luft fielen lediglich bei einer der untersuchten Rückegassen bedenklich niedrig aus. Hier würde es im Falle eines starken Niederschlags zu oberflächlichem Abfluss kommen. Dies stellte auf der Versuchsfläche aber die Ausnahme dar. In der Regel drainieren Fahrspur- und Referenzproben annähernd gleich schnell. Hier sind aus ökologischer Sicht in der Regel keine Beeinträchtigungen zu erwarten.

Somit lässt sich insgesamt feststellen, dass die Leistung des Valmet 911 X3M auf einem für einen Harvester dieser Leistungsklasse angemessenen Niveau liegt. Die befahrungsbedingten Bodenveränderungen sind gering, die oberirdischen Schäden am verbleibenden Bestand akzeptabel. Lediglich die Schäden an den Wurzeln der Rückegassen-Randbäume erscheinen bedenklich. Abrisse und Zerfaserungen von Hauptwurzeln führen nicht nur zu einem augenblicklichen Stabilitätsverlust, sie erhöhen auch das Infektionsrisiko erheblich. Diese Schäden sind allerdings typisch für alle Raupenmaschinen mit ihren scharfkantigen Stahlplatten. Generell sind daher bei Einsätzen mit Raupenharvestern Rückegassenbreiten von fünf Metern zu empfehlen, um das Verletzungsrisiko für die Wurzeln zu minimieren.

Literatur

Auf Anfrage beim Verfasser erhältlich.

Schnittstellenproblematik

Der Harvester an der Nahtstelle von naturnahem Waldbau und Forsttechnik

Technische Rationalisierung und biologische Automation im Forstbetrieb

von Reinhard Pausch*

In unseren Wäldern fahren und arbeiten immer mehr Harvester. Viele Forstleute betrachten sie mit gemischten Gefühlen. Einerseits ist dieses schnell arbeitende Industrieprodukt leistungsfähig. Die präzise arbeitende Technik samt elektronischer Datenverarbeitung wird von einer abgekapselten, beinahe zimmerartigen Kabine aus bedient. Andererseits ist die Frage zu stellen, wie sich der Einsatz dieser Maschinen mit der Langfristigkeit des Waldwesens und der Empfindlichkeit des Ökosystems Wald vereinbaren lässt. Wird damit nicht erneut der forstliche Konsens, naturnah zu wirtschaften, in Frage gestellt?

Diese Fragen können nicht schnell und einfach mit ja oder nein beantwortet werden, selbst wenn man nur direkte Holzerntekosten berücksichtigt. Zum einen ergibt sich ein erheblicher Unterschied, ob man Einzelbäume, Bestände oder ganze Wälder untersucht (Skalenniveau der Betrachtung). Zudem variieren die forstlichen Rahmenbedingungen sehr stark und es gibt fließende Übergänge (Baumartenzusammensetzung, Nutzungssätze, Lohnniveau etc.). Schließlich erschwert die technische Weiterentwicklung Prognosen für forstliche Produktions-

zeiträume. Im Folgenden werden schlaglichtartig und begrenzt auf ausgewählte Aspekte einige Ergebnisse und Folgerungen aus Studien an der TU München vorgestellt.

Wirkung von Baum- und Hiebsmerkmalen auf die Leistung des Harvesters

Der Zeitbedarf für das Fällen und Aufarbeiten eines Baumes steigt mit dem Volumen der Entnahmebäume etwas stärker als linear an. Daraus folgt zwangsläufig ein Produktivitätsoptimum, das

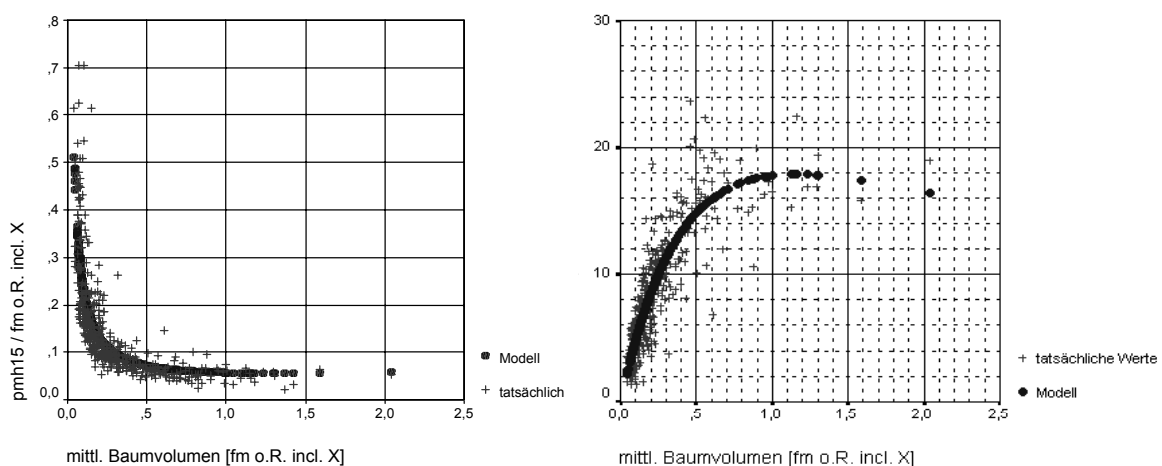


Abb. 1: links: Maschinenarbeitsstunden (pmh15) pro Festmeter und Baumvolumen
rechts: Produktivität in Festmetern pro Maschinenarbeitsstunde (pmh15) und Baumvolumen (bei selektiver Nutzung)

* Dr. REINHARD PAUSCH ist Mitarbeiter am Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der TU München.

zur Zeit im Nadelholz bei einem mittleren Baumvolumen von etwa einem Festmeter liegt. Abb. 1 zeigt den typischen, unter Praxisbedingungen für selektive Eingriffe wiederholt beobachteten Verlauf des Zeitbedarfs pro Festmeter bzw. der Produktivität abhängig vom Baumvolumen, einer wichtigen, aber keineswegs der einzigen Einflussgröße.

Im Schwachholz nimmt der Zeitbedarf pro Festmeter drastisch zu. Naturnahe Waldwirtschaft profitiert demnach einerseits auch bei Einsatz von Harvestertechnik davon, dass ein niedrigerer Anteil an schwachem Holz angestrebt wird. Andererseits geraten selbst stärkere Harvester in der Endnutzung noch an technische Grenzen.

Starkes und zwieseliges Laubholz bereitet dem Harvester erhebliche Probleme (GUGLHÖR und WEIXLER 1995). Ungünstig wirken sich im Einzelbestand hohe Vorausverjüngungen aus (GUNNARSSON, HELLSTRÖM 1992). Kleine Hiebsanfälle erhöhen nicht nur die Umsetzkosten pro Festmeter für die Anfahrt zum Hieb, sondern bei niedrigen Eingriffstärken auch die Fahrstrecke pro Baum.

Holzerntekosten im nachhaltig genutzten Wald

Wie stellen sich zunächst die reinen Holzerntekosten für nachhaltig nutzbare Fichten-Buchen-Reviere dar? Die Flächenzusammensetzung nach Nutzungsarten (Jungbestandspflege, Jungdurchforstung, Altdurchforstung, Verjüngungsnutzung bzw. JP, JD, AD, VJ) hängt erheblich von der Langfristigkeit der Verjüngung ab. Langfristige

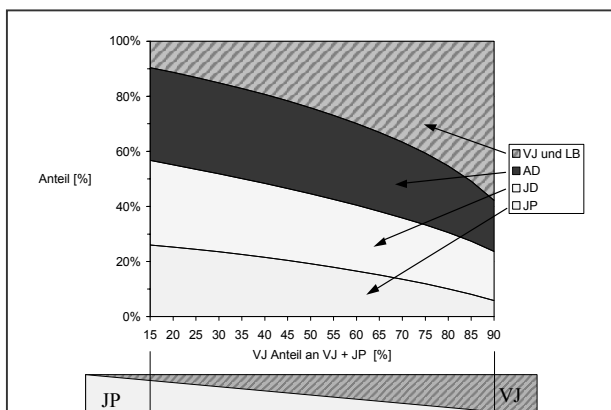


Abb. 2: Revierzusammensetzung je nach Langfristigkeit der Verjüngung (VJ - Quotient = Anteil der VJ an der Summe aus VJ und JP-Flächen [%]) (Basis 76 Mittelgebirgsreviere)

Verjüngung unter Schirm führt zwangsläufig zu einem hohen Anteil an Verjüngungsbeständen. Jungbestandspflege-Flächen werden reduziert. Um dies zahlenmäßig zu beschreiben, sei der *VJ-Quotient* eingeführt. Er gibt den prozentualen Flächenanteil der Verjüngungsnutzung (VJ) an der Summe der Flächen der Verjüngungsnutzung und der Jungbestandspflege an. Er steigt umso mehr, je langfristiger verjüngt wird. Außerdem nimmt der Anteil an Vorausverjüngung unter Schirm überproportional zu.

Ein System aus Gleichungen erlaubt es nun, in bestimmtem Rahmen für beliebig viele Waldzusammensetzungen aus Arbeitsvolumina Holzerntekosten frei Waldstraße zu berechnen. Tabelle 1 entnehme man einige Eckwerte des hier kalkulier-

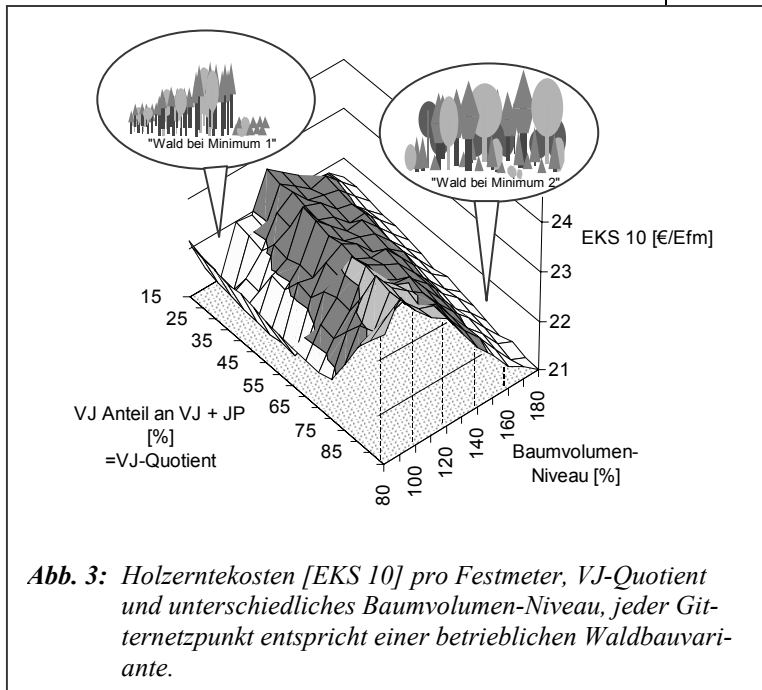
Tab. 1: Ausgewählte Rahmenwerte zur Kalkulation der Holzerntekosten (Fallbeispiel)

- ◆ 75 % Fichte, 25 % Laubholz (Buche)
- ◆ Hoher Nutzungssatz: 15 Efm / ha und Jahr
- ◆ 1000 Efm pro Hieb, 1 Eingriff / 10 Jahre
- ◆ Kein Harvester in Vorausverjüngung > 1,3 m Höhe
- ◆ Endnutzung „vom stärkeren Ende“
- ◆ Harvester: 100 - 120 € / MAS, Forstwirt + MS: 35 € / h
- ◆ Grenzen Harvester:
mittleres Baumvolumen Fichte: ≤ 1,6 Efm
mittleres Baumvolumen Buche: ≤ 1,2 Efm

ten Fallbeispiels. Die angegebenen Obergrenzen des mittleren Baumvolumens für Harvesterhiebe entsprechen etwa den Möglichkeiten der stärksten heute verfügbaren Maschinen (es kommen dann Einzelbäume bis ca. zum Doppelten dieser Werte vor).

Jeder Wald ist von einer bestimmte Häufigkeitsverteilung der Baumvolumina gekennzeichnet. Sie hängt insbesondere von der Langfristigkeit der Verjüngung ab (VJ-Quotient). Das *Baumvolumen-Niveau* von 100 % beschreibt dabei die Wälder der beobachteten bayerischen Forstreviere. Nun können die Bäume aber auch bei gleichem VJ-Quotienten durchschnittlich stärker oder schwächer sein. Deshalb wird vorgeführt, wie die Kalkulationsergebnisse auf eine Extrapolation des Baumvolumen-Niveaus zwischen den Extremwerten 80 % und 180 % reagieren (schwächere bzw. stärkere

Bäume in den Beständen). Das Ergebnis dieser Kalkulation führt zu einer „Landschaft“ der Holzerntekosten wie sie in Abb. 3 wiedergegeben ist.



Zwei Minima der Holzerntekosten treten auf, die von einem „Berg“ höherer Holzerntekosten getrennt sind. Minimum 1 ist durch fast ausschließlich hochmechanisierte rasche Abnutzung und eher schwächeres Holz gekennzeichnet, Minimum 2 durch sehr langfristige Verjüngung und äußerst starkes Holz mit großteils motormanueller Fällung und Aufarbeitung.

Beim derzeitigen Stand der Technik ist der Einsatz leistungsfähiger Harvester zwar auch in der Endnutzung möglich, aber immer noch technisch begrenzt, was ausgerechnet beim Baumvolumen-Niveau 100 % zu einem „Holzerntekostengipfel“ bei langfristiger Verjüngung führt.

Organisatorische Faktoren, die Häufigkeit der Wiederkehr von Eingriffen und damit die Eingriffsstärke jeder Maßnahme sowie die Umsetzkosten wirken ebenfalls deutlich auf die Holzerntekosten. Im Fallbeispiel ist einheitlich ein Eingriff pro Jahrzehnt mit durchschnittlich 1.000 Festmetern pro Hiebsmaßnahme angenommen.

Addiert man nun Kosten für Bestandsbegründung und Pflege (EKS 30 und 31) hin-

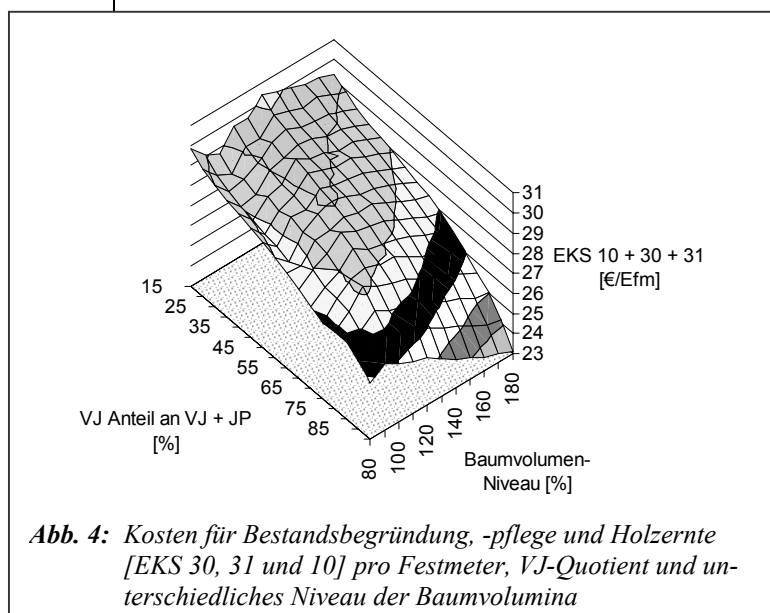
zu, so ergibt sich, dass auch bei Baumvolumen-Niveau 100 % die Zielsetzung einer naturnahen Waldwirtschaft mit einem sehr hohen VJ-Quotienten am kostengünstigsten zu verwirklichen ist. In Abb. 4 ist dies in der 3D-Landschaft an den „Höhenschichtlinien“ gut zu erkennen.

Folgerungen

Vor dem Harvester war die Holzernte im langfristig verjüngten Wald am kostengünstigsten. Schwächere und nur in der Vornutzung eingesetzte Harvester haben eine nivellierende Pufferwirkung auf die Holzerntekosten.

Technische Weiterentwicklung kann sich je nach Entwicklungsstufe durchaus in unterschiedlicher Richtung auswirken. Mit heutigen Starkholzharvestern existieren zwei Minima in der Holzerntekostenlandschaft forstlicher Konzepte: Der „mäßig starke, rasch abgenutzte Altersklassenwald“ und der „überstarke, sehr langfristig verjüngte Wald“.

- Rasche Abnutzung profitiert von den heutigen Starkholzmaschinen offenbar stärker als langfristige Verjüngung. Möglicherweise begünstigen noch stärkere „Zukunftsharvester“ wieder die sehr langfristige Verjüngung.
- Für den Einsatz von Walдарbeitern mit Motorsäge ist ein Wald mit sehr langfristiger Ver-



jüngung und sehr starkem Holz am günstigsten.

- Auf ausreichend große Hiebe, gute Organisation und Logistik ist auch bei naturnaher Waldwirtschaft zunehmend zu achten. Fehler können hier in Jahrzehnten mühsam erarbeitete waldbauliche Vorteile finanziell wieder zu nichte machen.
- Bei der Zielsetzung naturnaher Waldwirtschaft gilt die Devise Jungbestandspflege zu vermeiden (biologische Automation). Die Vorteile langfristiger Verjüngung können Nachteile in den Holzerntekosten noch ausgleichen.

Wie sich kombinierte Verfahren im Starkholz auswirken, ist zur Zeit noch nicht klar. Zudem kann die Einführung einer neuen Holzerntetechnik vom schwächeren Ende her regelmäßig zu solch wellenartigen Veränderungen der Holzerntekosten führen.

Die angestellten vereinfachenden Betrachtungen weisen auf dringenden Forschungsbedarf zur Analyse des dynamischen Verhaltens solcher Natur-Mensch-Technik-Systeme hin. Untersucht werden sollten neben der schwer zu prognostizierenden Erlössituation (Starkholzfrage) Effekte der statistischen Streuung, Auswirkungen unterschiedlicher Stabilität der Bestände, die Gestalt der technischen

Nischen, aber auch die Bedeutung des Entscheidungsverhaltens der beteiligten Menschen.

Literatur

- GUGLHÖR, W.; WEIXLER, H. (1995): Pflégliche Durchforstung mit Holzerntemaschinen. Abschlußbericht zum Projekt V25. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (unveröffentlicht), 60 S.
- GUNNARSSON, P.; HELLSTRÖM, C. (1992): Bestånd med underväxt - rätt åtgärd på rätt plats sänker kostnaderna. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse 1. 1992, S. 65 – 68
- PAUSCH, R.; RÖDER, H. (1997): Objektive Beschreibung von Waldbewirtschaftungsformen durch die Formale Begriffsanalyse. In: Entwicklungen in der Arbeitswissenschaft, Verfahrenstechnik und Angewandten Informatik. Forstliche Forschungsberichte München 165, S. 136 – 149
- PAUSCH, R.; PONITZ, K. (2002): Harvesterleistung und Hiebsbedingungen. Forst und Technik 4, S. 10 – 14
- PAUSCH, R. (2002): Ein System-Ansatz zur Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Waldstruktur, Arbeitsvolumina und Kosten der technischen und biologischen Produktion in Forstrevieren ost- und nordbayerischer Mittelgebirge. Dissertation TU München

Brennholz aus Scheitholz

Trotz der enormen Steigerungsraten bei den Hackschnitzelfeuerungen wandern nach wie vor 90 % des Energieholzes aus Bayerns Wäldern in Form von Scheitholz in die Öfen. Jedes Jahr werden etwa 1 Mio. Ster Scheitholz bereitgestellt. Dies entspricht einem 1.000 km langen, 1 Meter hohen und 1 Meter breiten „Zaun“. Die LWF erkundet deshalb - neben ihrem Schwerpunkt Hackschnitzelbereitstellung - innerhalb eines Forschungsprojektes die Rationalisierungsmöglichkeiten bei der Scheitholzbereitstellung in Zusammenarbeit mit dem Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe. Aus den Ergebnissen soll ein umfassender Leitfaden zur Scheitholzbereitstellung entstehen.



Stefan Wittkopf

Vermeidung und Konzentration von Befahrungsschäden

Wie Mechanisierung und Umweltvorsorge die Forstwirtschaft veränderten

Die Entwicklung der Holzerntemaschinen in den letzten 50 Jahren

von Joachim Hamberger*

Zunehmende Mechanisierung und keimender Umweltgedanke sind Schlagworte, mit denen man die Entwicklung in der Forstwirtschaft im Nachkriegsdeutschland gut charakterisieren kann. Auch heute agieren die Forstbetriebe im Spannungsfeld zwischen Rationalisierungszwang und Ressourcenschonung. Das politische Umfeld und die technischen Rahmenbedingungen, unter denen heute im Wald gearbeitet wird, sollen in diesem Beitrag in einen historisch-genetischen Zusammenhang gestellt werden.

Ökonomische Zwänge der Forstbetriebe und ökologisches Bewusstsein der Gesellschaft sind zu verschiedenen Zeiten unterschiedlich intensiv. Diese unterschiedliche Intensität kommt zum Ausdruck in der Stärke, mit der Veränderungen in der jeweiligen Zeit angedacht und angegangen werden. Der Wille zur Veränderung und seine Stärke werden im Folgenden als *ökonomische Motivation der Forstbetriebe* bzw. als *ökologische Motivation der Gesellschaft* bezeichnet. Da die Forstbetriebe Teile der Gesellschaft sind, haben sie natürlich auch Anteil an der ökologischen Motivation.

Tab. 1: Motivationen für Veränderungen in der Forstwirtschaft

Ökologische Motivation der Gesellschaft	Ökonomische Motivation der Forstbetriebe
- ökologisches Bewusstsein der Waldbesitzer - ökologisches Bewusstsein der Bevölkerung - gesellschaftliche Normen - gesellschaftliche Forderungen - technischer Fortschritt der Maschinen hinsichtlich der Umweltschonung	- Gewinnstreben des Waldbesitzers - stagnierende oder sinkende Erlöse für das Produkt Holz - steigende Kosten in den Forstbetrieben - technischer Fortschritt der Maschinen hinsichtlich Leistung, Einsatzspektrum

Die primär ökonomisch motivierte forstliche Mechanisierung und das Bemühen um Ressourcenschonung, also die ökologische Motivation, veränderten und entwickelten sich seit Bestehen der Bundesrepublik. SUDA und BECK nannten diesen Prozess *gesellschaftlichen Diskurs* und durchleuchteten ihn hinsichtlich der Entwicklung von Wirtschafts-, Umwelt- und Sozialpolitik.

Im Folgenden soll nur die Vollmechanisierung der Holzernte mit den Bereichen Fällen, Entasten, Einschneiden und Rücken betrachtet werden, weil nur hierbei die Bestände mit Großmaschinen befahren werden.

Betrachtet man die Mechanisierung der bundesdeutschen Forstwirtschaft der letzten 50 Jahre in Stichjahren und vergleicht diese Intervalle mit der aktuellen Situation, so lässt sich die folgende Chronologie zusammenstellen.

1955

Die Aufarbeitung des Holzes erfolgt vor allem manuell mit Zugsäge (motormanuell nur 2,3 %, Abb. 5). Ca. 50 % des Einschlags wird mit landwirtschaftlichen Schleppern gerückt, der Rest mit Pferden oder Ochsen gebracht. Industrieholz wird noch nicht erzeugt, Brennholz tragen in aller Regel Waldarbeiter zur Forststraße. Die Schlepper sind leicht (< 35 PS) und mit Schmalspurreifen ausgestattet. Kein Feinerschließungssystem ist vorhanden oder geplant. Der Forststraßenbau wird gerade begonnen, um die Wälder für Fahrzeuge zu erschließen. Zu rückende Stämme werden direkt angefahren und auf kürzest möglichem Weg zur Waldstraße gebracht.

* Dr. JOACHIM HAMBERGER ist Redakteur von LWFaktuell.



Abb. 1: Holzernte in den 1960ern: Landwirtschaftlicher Schlepper mit schmalen Reifen; Bodenschäden spielten keine Rolle (Foto: Archiv Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft).

1965

Fast der gesamte Einschlag wird motormanuell aufgearbeitet (86 %, Abb. 5). Etwa 80 % des Holzes wird mit landwirtschaftlichen Schleppern bzw. Unimog gerückt (die Zahl der Pferde verringerte sich von 1960 bis 1965 von 1 Mio. auf 0,4 Mio., dagegen nahm die Schlepperzahl von 0,5 Mio. auf 1 Mio. zu). Schäden am Boden werden nicht wahrgenommen, allenfalls Schäden an der Verjüngung. Die Erlöse steigen, die Kosten steigen moderat. Die Gesellschaft interessiert sich vor allem für das Produkt Holz und die bereitgestellten Arbeitsplätze, nicht aber für die Art des Wirtschaftens. Durch die Verdichtung des Forststraßennetzes kann mehr Holz beigeseilt werden (Aufkommen von Seilwinden), andererseits befahren nach der fast vollkommenen Verdrängung der tierischen Rückung zunehmend Schlepper nicht erschlossene Bestandesflächen. Neue Sortimente (IL) kommen wegen der waldbaulichen Umstellung auf Hochdurchforstung auf, die in langer Form ausgehalten werden und deshalb mit Schlepper gebracht werden müssen.

1975

Feinerschließungsnetze setzen sich durch. Sie werden vor allem im Hinblick auf Bestandesschonung etabliert (Fahrbewegungen sollen konzentriert, Verjüngung und Holzqualität erhalten werden). Erste Forstspezialschlepper werden in Skandinavien sowie Kanada entwickelt und eingesetzt. Der forstliche Straßenbau ist nahezu abgeschlossen. Arbeitsverfahren für die Schlepperbringung von Rückegassen aus werden entwickelt (Goldberger Verfahren, fischgrätartige Fällung). Schwere landwirtschaftliche Schlepper werden eingesetzt, die mit Forstpolterschild und Funkseilwinde aufgerüstet sind.

Viele Nadelholzbestände stammen aus dieser Zeit.

1985

Nahezu 100 % des Holzes wird mit Schleppern gebracht, wobei sich zunehmend Forstspezialschlepper durchsetzen (schlechte Lastverteilung der landwirtschaftlichen Schlepper, höhere Geländegängigkeit). Tragschlepper (Forwarder) verbreiten sich. Schäden am Boden werden zunehmend wahrgenommen. Die ersten Harvester kommen auf, ihr Anteil an der Aufarbeitung ist noch marginal. Rückegassen werden dauerhaft gekennzeichnet. Die Erlöse für Holz stagnieren oder sinken, die Kosten für Personal steigen stark, die Gesellschaft interessiert sich zunehmend für den Wald (Waldsterbensdiskussion).

Umbau, Zäunung und Laubholzvoranbau nehmen zu.



Abb. 2: In den 1980ern kamen Forstspezialschlepper auf, hier Knickschlepper (Skidder, Foto: Archiv Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft).

1995

Der Harvester hat sich in Folge der Sturmwurfauflistung von „Vivian“ und „Wiebke“ durchgesetzt, der Anteil am aufgearbeiteten Volumen beträgt rund 10 %. Die Förster sind gegenüber Bodenschäden sensibilisiert. Abbaubare Schmierstoffe und Hydraulikflüssigkeiten kommen auf. Die Zertifizierungsdiskussion beginnt. Ökologisches Wirtschaften soll über Ökolabels kenntlich gemacht und über den Preis für Produkte belohnt werden. Reifendruckregelanlagen kommen erstmals auf, Niederquerschnittsreifen werden Standard, der Trend geht zu größeren Maschinen. Die Holzpreise sinken infolge der Sturmwürfe „Vivian“ und „Wiebke“.

2000

Der Harvestereinsatz wird mehr und mehr Standardarbeitsverfahren. Der Anteil am Holzeinschlag erreicht 20 % bis 30 %. Die Rückefahrzeuge werden tendenziell größer und schwerer, andererseits werden Kleinharvester für die Schwachholzernte entwickelt. Raupenharvester und Kombi-Arbeitsverfahren wie Harvester-Seilkran werden genutzt, um Arbeitsflächen am Hang zu erschließen. Dadurch wird der Anteil der befahrenen Fläche auf den Schwachholzbereich (1. und 2. Altersklasse)

und auf die Hanglagen ausgeweitet. Maschinen bis 35 t sind unterwegs.

Die ersten Betriebe sind zertifiziert (ca. 3 Mio. ha), Baumärkte werben mit zertifiziertem Holz. Der Bund erlässt ein Bodenschutzgesetz.

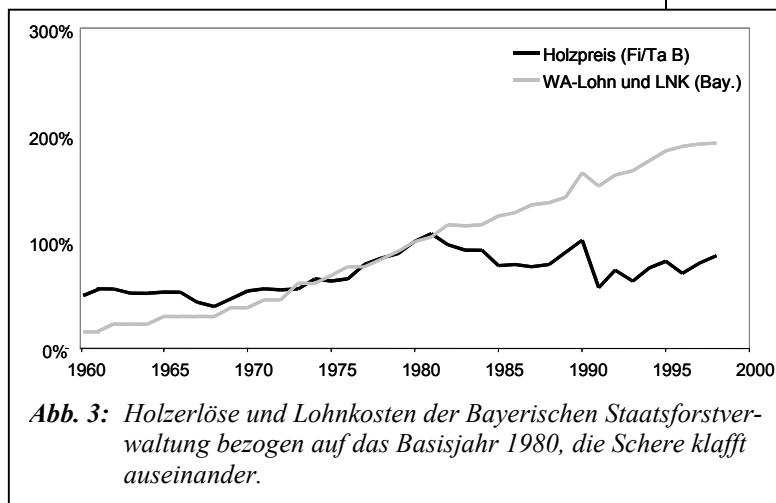
Die Regiarbeit wird in den großen Forstverwaltungen stark reduziert. Die Arbeit wird extensiviert (biologische Automation). Menschliche Arbeitskraft wird reduziert oder substituiert. Die Holzernte wird mehr und mehr an Unternehmer und Selbstwerber vergeben, die hochmechanisiert arbeiten. Sachzwänge beim Aufarbeiten der von „Lothar“ verursachten Kahlfächen wie Aufarbeitung bei ungünstiger Witterung, Nichteinhalten von Erschließungslinien im Sturmwurf haben stellenweise erhebliche Bodenschäden zur Folge.

gepasst werden, die Produktionssteigerung versprach (DOLEZAL 1958). Auch der forcierte Forststraßenbau diente der Steigerung der Produktion, aber auch dazu, weniger Bestandesfläche befahren zu müssen. Bei der maschinellen Bringung standen zunächst die zu vermeidenden Schäden an der Verjüngung und dem verbleibenden Bestand im Vordergrund (GLÄSER 1956). Auch bei der Einführung von Rückegassensystemen wurde zunächst nur auf Schäden an den Bäumen abgehoben (STANG 1962). Erst STEINLIN (1963) hob die Gefahr von Bodenschäden durch die Maschine besonders hervor.

Recht anschaulich verglich er Rückegassen mit Wegen zwischen den Beeten eines Gemüsegartens. Auf diesen „Wegen“ soll sich der ganze Verkehr abspielen, die „Beetfläche“ dazwischen gilt als Tabuzone.

Die Einführung der flächendeckenden Feinerschließung in den Staatsforstverwaltungen in den 1960er- und 1970er-Jahren brachte die Ressourcen- (Umwelt-) Schonung einen großen Schritt voran. Die Motivation kam aus den Forstverwaltungen selbst, die auf diese Weise Befahrung und mögliche Schäden konzentrieren und die restliche Fläche schonen wollten (LÖFFLER 1994). PLOCHMANN forderte 1974 auf der Interforst, dass die Maschinen endlich dem Wald angepasst werden sollten und nicht der Wald den Maschinen.

Zu Beginn der 1980er Jahren kamen waldangepasste Forstspezialschlepper auf den Markt, die aufgrund ihrer Bauweise und der Breitreifen scho-

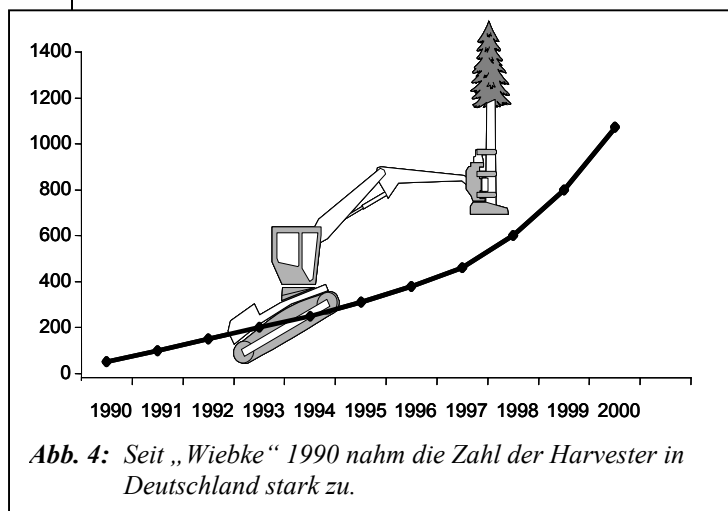


Aus dieser Chronologie wird erkenntlich, wie die Mechanisierung im Nachkriegsdeutschland bis heute zunahm. Sie zeigt die ökonomische Motivation der Forstbetriebe sowie ein zunehmendes Bemühen um Umweltschonung, das die ökologische Motivation von Forstbetrieben und Gesellschaft widerspiegelt.

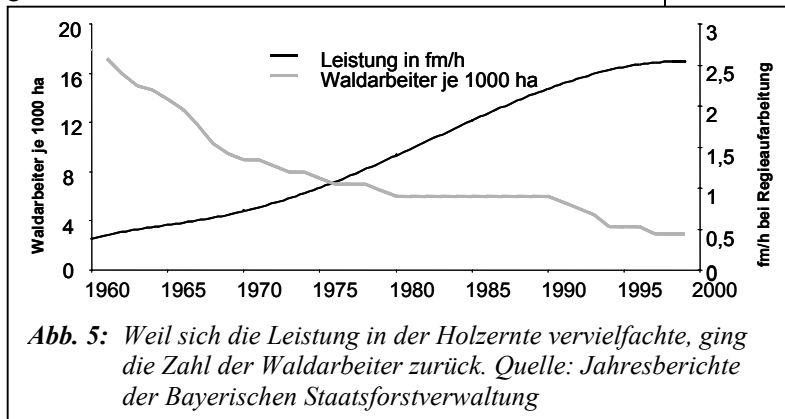
Zusammenfassung und Wertung

Sowohl technische als auch ökologische Bemühungen steigen seit den 1950er-Jahren kontinuierlich an. Allerdings ist die Intensität der Steigung nicht konstant, sondern hängt vom jeweiligen Druck der ökonomischen bzw. ökologischen Motivation des betrachteten Jahrzehnts ab.

In den 1950er- und 1960er-Jahren wurde die Mechanisierung nahezu ausschließlich vom Rationalisierungsgedanken beherrscht und weit vorangetrieben. Der Wald sollte in seiner räumlichen und zeitlichen Ordnung der Technik an-



nender arbeiten konnten. Gleichzeitig stieg aber der Druck zu weiterer Mechanisierung aufgrund der sich ab 1981 öffnenden Preis-Kosten-Schere immens an (Abb. 3). Das Sturmwurfereignis „Wiebke“ verhalf dem Kranvollernter (Harvester) zum Durchbruch (Abb. 4). Heute wird der gesamte Einschlag maschinell gerückt, nachdem Harvester 20 - 30 % dieses Holzes ernteten. Die Tendenz ist steigend.



Der „Schwerlastverkehr“ im Bestand hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Dadurch entstehen Verkehrsströme auf den Rückegassen, die zeitlich und örtlich geleitet werden müssen, um die Produktionskraft der Standorte nachhaltig sicherzustellen. Das wird unsere Aufgabe für die Zukunft sein.

Literatur

APEL, K. (2001): Wandel der Arbeitswelt der Walдарbeiter im Übergang zum 21. Jahrhundert. AFZ/Der Wald Nr. 1, S. 14-16

BAYERISCHE STAATSFORSTVERWALTUNG (1960-1999): Jahresberichte der Bayerischen Staatsforstverwaltung 1960-1998. BAY. STMIN ELF, München

DOLEZAL, B. (1958): Über die planmäßige Anpassung des Waldgefüges an die neue Nutzungs- und Bringungstechnik. Archiv für das Forstwesen Nr. 12, Bd. 7, S. 933-952

GLÄSER, H. (1956): Wege zum Maschineneinsatz bei den Holzeinschlagsarbeiten. FTI, Nr. 1, S. 1-10

HAMBERGER, J. (2002): GPS – als Mittel zum umweltschonenden Maschineneinsatz: Navigation von Forstmaschinen und Dokumentation ihrer Fahrbewegungen. Forstliche Forschungsberichte Nr. 165, München, 192 S.

JÄGER, D.; HAUSKNECHT, E.; DREWES, D. (2000): Einsatz von GIS und GPS bei der Planung und Anlage der Bestandesfeinerschließung für die hochmechanisierte Holzernte. In: Tagungsführer zur 13. KWF-Tagung in Celle, KWF und AFZ/Der Wald, Groß-Umstadt, S. 103-104

LÖFFLER, H. (1994): Möglichkeiten und Grenzen moderner Technik. Forstliche Forschungsberichte Nr. 142, München, S. 106-119

NARJES, H.-J. (1999): Haben wir eine Übermechanisierung bei Vollerntern? AFZ/Der Wald Nr. 14, S. 716-718

PLOCHMANN, R. (1974): Aufgaben und Grenzen der Mechanisierung von Forstbetrieben in den Industrieländern. Holzzentralblatt Nr. 119, S. 1819-1821

STANG, H. (1962): Anregungen zur Detailerschließung der Bestände mit Hilfe von Rückegassen. Forstarchiv Nr. 7, Bd. 33, S. 158-160

STEINLIN, H. (1963): Die Feinerschließung von Beständen mit Rückegassen. FTI Nr. 10, S. 77-88

Von Jagdpraktikern für Jagdpraktiker

Grundsätze zur Bewegungsjagd

Ergebnisse eines Expertenworkshops

von Hans-Ulrich Sinner*

Im vergangenen November hatte das Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten Vertreter des Landesjagdverbandes und der Bayerischen Staatsforstverwaltung zu einer Expertentagung „Bewegungsjagd“ eingeladen. Ziel der Tagung war, dass erfahrene Jagdpraktiker aus dem Kreis der privaten Jägerschaft und der Forstbeamten in einem moderierten Workshop allgemein anerkannte Regeln für die Durchführung von Bewegungsjagden erarbeiten. Im kommenden Herbst und Frühwinter werden in zahlreichen Forstämtern und auch privaten Jagdrevieren wieder Bewegungsjagden abgehalten. Sie erfordern eine gewisse Vorlaufzeit zur sorgfältigen Planung und Organisation. Die folgenden Grundsätze zur Bewegungsjagd, die bei der Expertentagung einvernehmlich erarbeitet wurden, können dem Jagdleiter für die Vorbereitung und Durchführung einer erfolgreichen Jagd dienen.

1. Ziele der Bewegungsjagd

Bewegungsjagden sind eine wirkungsvolle Jagdmethode zur

- Anpassung von Wildbeständen an ihren Lebensraum;
- zur Steuerung der Raumnutzung von Wildbeständen;
- zur Herstellung und Erhaltung wildbiologisch richtiger Sozialstrukturen und Lebensmöglichkeiten;
- zur Vermeidung des Jagddruckes und der Wildschäden;
- Bewegungsjagden tragen in besonderer Weise den veränderten Waldstrukturen Rechnung und bieten eine gute Möglichkeit, durch gemeinsames Jagen Jagdkultur zu leben;
- Bewegungsjagden sind Teil eines Jagdkonzeptes, in dem die örtlichen Verhältnisse sowie die Interessen von Grundeigentümern und Öffentlichkeit berücksichtigt sind;
- der Erfolg der Jagd soll sich messen an der Höhe und der Zusammensetzung der Strecke;
- langfristig soll die Bewegungsjagd eine ausgewogene Sozialstruktur der Wildbestände und die Rückkehr zu artgerechtem Verhalten fördern und die Wildschäden senken.

2. Konfliktvermeidung und Organisation

- Die Planung und Organisation der Bewegungsjagd muss so ausgerichtet sein, dass nach allem Ermessen ein Überjagen der Hunde in benachbarte Reviere ausgeschlossen werden kann.
- Wird im Bereich von Reviergrenzen mit Hunden gejagt, sind Reviernachbarn zu verständigen. Die kleinräumige Jagd ausschließlich auf Schwarzwild ist keine Bewegungsjagd in diesem Sinne.
- Bewegungsjagden sollen ab Oktober bis Jahresende nicht jedoch bei hoher Schneelage und/oder Harsch stattfinden.
- Bewegungsjagden müssen rechtzeitig vor Dunkelheit beendet werden.
- Die Freigabe von Wild und die Kontrolle der Strecke durch den Jagdleiter muss die Sozialstruktur des Wildes und die Erfordernisse des Tierschutzes berücksichtigen.

3. Hunde

Grundsätzlich können alle Jagdhunde, die

- gegenüber Mensch und Artgenossen verträglich sind,
- spurlaut bzw. fährtenlaut jagen,
- wesensfest,

* HANS-ULRICH SINNER ist Leiter des Sachgebiets I der LWF.

- wildscharf sind und nicht anschneiden
- und einen ausgeprägten Orientierungssinn haben

auf Bewegungsjagden eingesetzt werden.

- Art und Anzahl der eingesetzten Hunde richtet sich nach den wild- und revierspezifischen Verhältnissen.
- Nur erfahrene und eingejagte Hunde sollen eingesetzt werden, die während des Treibens einzeln jagen. Meuten, die gesundes Wild fangen, werden nicht eingesetzt.
- Für Kontroll- und Nachsuchen müssen qualifizierte Nachsuchegespanne in ausreichender Zahl bereit stehen.
- Nachsuchen und damit verbundene Maßnahmen führen nur die von der Jagdleitung beauftragten Personen durch. Zur Planung des Hundeeinsatzes gehören auch Vorkehrungen zu deren Sicherheit, tierärztliche Versorgung und die Versicherung der Hunde.
- Nur erfahrene, orts- oder kartenkundige Treiber und Hundeführer sollen nach Maßgabe der VSG eingesetzt werden.

4. Tierschutz

- Bei der Schussabgabe sind Gesichtspunkte des Tierschutzes und der Wildprethygiene zu beachten. Bewegtes Wild stellt hohe Anforderungen an die Schießfertigkeit der Jäger. Daher sind Schüsse zu unterlassen, die keine hinreichende Treffsicherheit erwarten lassen.
- Ziel ist die Erhaltung der Sozialstruktur.
- Abhängige Jungtiere sind vor dem Muttertier zu erlegen (z. B. beim Rotwild ist das Kalb während der ganzen Jagdzeit abhängig).
- Eine Hetzjagd (§19 BJG) ist nicht zulässig.

5. Wildprethygiene

- Schlechte Schüsse entwerten das Wildpret.
- Fachgerechtes und rechtzeitiges Aufbrechen, vorschriftsmäßiges Auskühlen, Transportieren und Lagern sind sicherzustellen.

6. Sicherheitskonzept

- Die Sicherheit hat bei der Planung, Organisation und Durchführung oberste Priorität.
- Dem Jagdleiter fällt hierbei die zentrale Verantwortung zu.



Abb. 1: Strecke nach erfolgreicher Bewegungsjagd

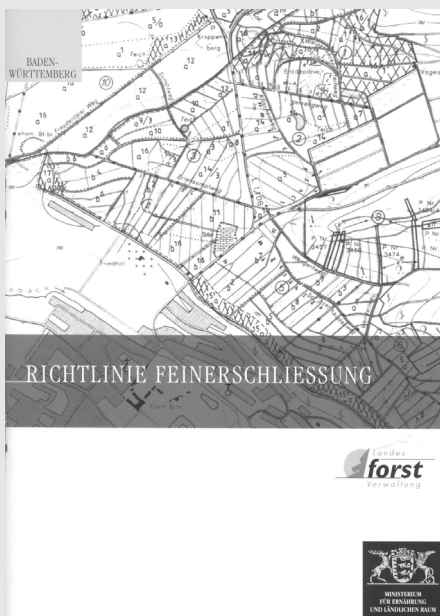
- Bei der Auswahl und Abgrenzung des Jagdgebietes ist jede erkennbare Gefährdung Dritter auszuschließen (Straßen, Siedlungen usw.).
- Die Rettungskette muss im Ernstfall reibungslos funktionieren. Um Unfällen vorzubeugen, dienen folgende Maßnahmen:
 - Arzt und Tierarzt informieren (Jagdtag, -ort etc.);
 - Auswahl der Schützenstände (UVV-Jagd, Bewuchs);
 - Auswahl der Schützen (Ausbildung, Training, Verantwortungsbewusstsein);
 - Sicherheitsbelehrung (Stand, Beginn und Ende, Gefahrenbereich, Ahndung von Verstößen);
 - sicherheitsrelevante Ausrüstung und Maßnahmen (Warnweste, Hutband, Halsband, Straßensperrungen, moderne Kommunikationsmittel);
 - Kontrolle des Sicherheitskonzeptes.

7. Schießfertigkeit

- Hohe Schießfertigkeit ist die Voraussetzung für die verantwortungsvolle Jagd unter Achtung des Tieres als Mitgeschöpf.
- Hierfür ist diszipliniertes Schießen und Sicherheit beim Ansprechen erforderlich. Diese geforderten Eigenschaften sind durch Aus- und ständige Fortbildung bzw. Training eigenverantwortlich zu gewährleisten.
- Der Jagdleiter sollte durch entsprechende Vor- und Nachbereitung auf die Schießfertigkeit und Disziplin der Teilnehmer Einfluss nehmen.

Eine allgemeine Checkliste kann natürlich nicht alle Probleme lösen. Manchmal wirft sie auch Fragen auf, vor allem, wenn die Planung auf die speziellen Reviervhältnisse abgestimmt werden soll. Erfahrene Jagdpraktiker werden hier sicher gerne Hilfestellung geben, so dass man nicht nur aus den eigenen Fehlern lernen muss. Jagdzeitschriften und die einschlägige Fachliteratur geben weitere Detailinformationen und Anregungen. Als Beispiele seien

angeführt: „Bewegungsjagd auf Schalenwild – von der Planung bis zum Streckelegen“ von EBERHARD EISENBARTH und EKKEHARD OPHOVEN (Franckh-Kosmos Verlag Stuttgart, 2002, 140 S., 68 Farbfotos und Illustrationen, 19,90 €, ISBN 3-440-09329-8) und „Drückjagd mit Erfolg“ von NORBERT KLUPS (Deutsches Waffen-Journal, Verlags-GmbH Schwäbisch Hall, 160 S., zahlreiche Schwarzweiß-Fotos, 14,95 €, ISBN 3-936632-28-6).



Blick ins Nachbarland

Neue Richtlinie zur Feinerschließung in Baden-Württemberg

Die Landesforstverwaltung Baden-Württemberg hat im Juli 2003 Richtlinien zur Feinerschließung von Waldbeständen erlassen. Sie sollen helfen natürliche Ressourcen, vor allem den Boden, zu schonen, wenn Waldbestände genutzt und mit Maschinen befahren werden. Oberstes Prinzip ist, dass flächiges Befahren von Waldbeständen untersagt ist. Aus der forstlichen Standortkarte wurden Bodenarten- und Substratgruppen abgeleitet und in Kategorien eingeteilt, die noch nach Hangneigungen differenziert wurden. Auf unempfindlichen Standorten sind Gassenabstände von 20 Metern zugelassen, auf empfindlichen Standorten werden Abstände von 40 Metern vorgeschrieben. Bezogen auf den öffentlichen Wald in Baden-Württemberg gilt demnach auf 39 % der Fläche ein Gassenabstand von 40 Metern und auf 22 % wird ein maschinenfreundlicher Abstand von 20 m zugelassen.

Auf den restlichen 39 % der Staats- und Kommunalwälder muss der örtliche Wirtschaftler entscheiden, ob 40 m oder 20 m angebracht sind. Dies ist auch das Grundprinzip der Richtlinie. Sie soll keine sture, einheitliche Regelung sein, sondern flexibel an den Standort angepasst werden. Deshalb haben die Forstämter einen hohen Handlungs- und Entscheidungsspielraum, zumal über den kritischen Wassergehalt auf den jeweiligen Standorten in der Broschüre nichts ausgesagt wird.

Eine landesweite Schulung des Forstpersonals soll 2004 durch die Maschinenstützpunkte erfolgen. Die 27-seitige Broschüre kann bei der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt in Freiburg bezogen werden, die sie auch weitgehend erarbeitet hat.

jhh

„Große Freiheit“ auf der Jagd

Abschussplan „ade“ - Jagen wir bald ohne Bürokratie?

von Elke Eklkofer und Hans-Ulrich Sinner*

Seit zwei Jagdjahren läuft das Projekt „Rehwildbejagung ohne behördlichen Plan“. Nun wurde Zwischenbilanz gezogen. Die Ergebnisse sind vielversprechend. Wie das jüngste „Verbissgutachten“ zeigt, erzielten die Versuchshegegemeinschaften, in denen derzeit ganz ohne Behördenaufsicht gejagt wird, Top-Ergebnisse. Obgleich sie bereits beim Projektstart tragbare Wildbestände aufwiesen, verringerte sich die Verbissbelastung weiter.

Das Bayerische Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten beauftragte im Vollzug eines Landtagsbeschlusses vom 8.02.2000 die LWF, der Frage nachzugehen, welche Folgen eine Befreiung von der behördlichen Abschussplanung für Wald und Wild, aber auch für Grundeigentümer und Jäger haben kann.

Das Untersuchungsgebiet

Für das Forschungsvorhaben wurden fünf Rehwild-Hegegemeinschaften, bestehend aus Privatjagden (Gemeinschafts- und Eigenjagdreviere) und zum Vergleich eine Hegegemeinschaft mit großen Staatswaldanteilen (Eigenregie und Verpachtung) ausgewählt. In fünf Jagdgenossenschaften wird die

Jagd in Eigenregie mit angestellten Jägern ausgeübt (Eigenbewirtschaftungsmodell).

Das Untersuchungsgebiet umfasst rund 48.700 Hektar Rehwildfläche. 86 Gemeinschafts- und 21 Eigenjagdreviere nehmen am Versuch teil.

Die Größe der Eigenjagden reicht von der Mindestfläche bis zu einer Reviergröße von über 700 Hektar.

Auch die Eigentumsverhältnisse in den Hegegemeinschaften sind unterschiedlich und spiegeln alle möglichen Konstellationen wider. So reicht die Bandbreite vom Kleinstwaldbesitzer bis zum (meist bäuerlichen) Grundbesitzer mit größeren Waldflächen. Aber auch Hegegemeinschaften, bei denen der Wald überwiegend in kommunaler Hand ist und in denen die Mehrheit der Stimmberechtigten nur landwirtschaftliche Flächen bewirtschaftet, beteiligen sich ebenso wie Hegegemeinschaften mit hohem Staatswaldanteil.

Die Waldverteilung in den einzelnen Revieren umfasst neben kleinen Waldinseln inmitten von Grünland oder Sonderkulturen (Wein- und Obstbau) auch große geschlossene Waldkomplexe. Die Baumartenzusammensetzung der Altbestände ist je nach Region von Laub- oder Nadelholz geprägt.

Teilnahme nur mit „tragbarer“ Verbissbelastung

Wichtigste Voraussetzung für die Aufnahme in den Versuch war, dass das Forstliche Gutachten zur Situation der Waldverjüngung der Hegegemeinschaft eine „tragbare“ Verbissbelastung (Abschussempfehlung des Forstamtes: „Abschuss beibehalten“ oder „senken“) bescheinigt. Und nur wenn die



Abb. 1: Hegegemeinschaften, die am Pilotprojekt „Abschussplanfreie Rehwildbejagung“ teilnehmen.

* ELKE EKLKOEFER ist Mitarbeiterin, HANS-ULRICH SINNER ist Leiter des Sachgebiets I der LWF.

schriftliche Zustimmung der Jagdgenossenschaften, Jagdpächter und Eigenjagdbesitzer vorlag, konnte die Untere Jagdbehörde eine Ausnahmegenehmigung zu den Vorschriften der Hege und Bejagung erteilen.

Das BayJG gilt natürlich weiter

Von der Befreiung von den Vorschriften der Abschussplanung bleiben alle anderen gesetzlichen Regelungen unberührt, wie z. B. die Möglichkeit der Unteren Jagdbehörde, bei überhöhten Wildschäden nach § 21 BJagdG (Abschussregelung) tätig zu werden.

Selbstverständlich gelten auch in den Versuchshegegemeinschaften die gesetzlich vorgegebenen Kriterien bei der Rehwildbejagung. Gemäß Art. 32 BayJG sind der Zustand der Vegetation - insbesondere der Waldverjüngung - und die körperliche Verfassung des Wildes bei der Planung zu berücksichtigen.

Die Entwicklung der Waldverjüngung wird anhand der Vegetationsgutachten beurteilt, ergänzt um die Ergebnisse gemeinsamer Waldbegänge von Grundeigentümern und Jägerschaft.

Das Kernstück des Projekts: Die Befragung

In einer begleitenden sozialempirischen Studie (mündliche und schriftliche Befragung mittels standardisierter Fragebögen) sammeln wir die Aussagen über die Einstellungen und Ziele der beteiligten Akteure und werten sie aus. Wie und mit welchem Erfolg die Beteiligten ihre Vorstellungen durchsetzen können, ist ebenfalls Gegenstand der Untersuchung. Seit Projektlaufzeit wurden rund 100 Jagdpächter und 50 Jagdvorsteher in einem persönlichen Gespräch zum Thema interviewt sowie die Jagdgenossen schriftlich befragt (derzeitiger Rücklauf 710 Fragebögen).

Bisherige Ergebnisse

Mittlerweile liegen die Resultate der Forstlichen Gutachten 2003 vor. Der Vergleich mit der Inventur 2000 in den Versuchshegegemeinschaften zeigt keine Verschlechterung. Vielmehr ist die Verbissbelastung in den letzten Jahren gesunken (siehe Tab. 1). Die Waldbegänge in den einzelnen Jagdgenossenschaften untermauern diesen positiven Trend.

Tab. 1: Leittriebverbiss nach den Vegetationsgutachten 2000 und 2003

<i>Hegegemeinschaft</i>	<i>Leittriebverbiss Nadelholz 2000 in %</i>	<i>Leittriebverbiss Nadelholz 2003 in %</i>	<i>Leittriebverbiss Laubholz 2000 in %</i>	<i>Leittriebverbiss Laubholz 2003 in %</i>
<i>Altusried</i>	3,1	0,5	24,0	11,4
<i>Dietramszell</i>	4,2	3,5	13,5	13,2
<i>Drachselsried</i>	3,3	1,8	27,8	13,7
<i>Kitzingen V</i>	6,6	5,4	25,8	16,8
<i>Kronach-Süd</i>	5,8	3,2	21,4	10,0
<i>Steigerwald-West</i>	6,1	4,3	5,7	8,0

Zur Ermittlung der körperliche Verfassung des Wildes nehmen die Jäger neben der einheitlichen Erfassung des Körpergewichts auch Parameter wie Unterkieferlänge, Hals- und Brustumfang auf.

In den Jagdjahren 2001/02 und 2002/03 wurden rund 4.000 Rehe erlegt und vermessen.

Wo ein Wille ist, ist auch ein Weg

Eines zeigt sich deutlich: „Unsere“ Grundeigentümer und Jäger wollen beweisen, dass sie die Abschussplanung eigenverantwortlich - ohne Nachteile für Wald und Wild - durchführen können. Mit beachtlichem Engagement gehen sie daran, ihren

Beitrag zur Entbürokratisierung und Verwaltungsvereinfachung zu leisten.

90 % der befragten Jagdgenossen sind der Auffassung, dass nicht der Abschussplan, sondern der Zustand der Waldverjüngung entscheidend ist. Über 80 % sind mittlerweile davon überzeugt, dass behördliche Vorschriften überflüssig sind, da Grundeigentümer und Jägerschaft die Situation am besten beurteilen können.

Beispiel Altusried: dort wurde vorbeugend ein Schlichtungskomitee, bestehend aus Hegegemeinschaftsleiter, Jagdberater und je einem Vertreter des Bayerischen Bauernverbands und des Landesjagdverbands gegründet. Im Streitfall sollte es zwischen betroffenen Jagdgenossen bzw. Vorstandschaft und dem Pächter vermitteln. Bisher wurden die Schlichter kein einziges Mal bemüht.

Entgegen den starren Vorgaben der behördlichen Planung sehen die Beteiligten vor allem den Vorteil, die Abschusshöhe flexibel gestalten und der Verjüngungssituation im Wald anpassen zu können. Im ersten Versuchsjahr orientierten sich

die Beteiligten noch weitgehend an der Vorgabe der behördlichen Planung, doch bereits im darauffolgenden Jahr suchten die Vertragspartner nach individuellen Lösungen bei der Festlegung der Abschusshöhe.

Innerhalb der Jagdgenossenschaften und auf den Versammlungen der Hegegemeinschaften, bei denen in der Regel auch die Jagdvorstandschaft eingeladen ist, wird über die Höhe des Abschusses sachlich diskutiert. Falls notwendig, werden Schwerpunkte der Bejagung festgelegt. Die interne Kontrolle findet beim Waldbegang statt. In einigen Jagdgenossenschaften wird auch der körperliche Nachweis der erlegten Rehe gefordert.

Dass ein faires Miteinander - die Jäger beachten die Wünsche der waldbesitzenden Grundeigentümer und diese stellen keine unrealistischen Ansprüche - zu einem positiven Ergebnis führt, zeigt das diesjährige Gutachten zur Situation der Waldverjüngung. Es stellt einen Erfolg für Jagdgenossen und Jäger dar, die ganz ohne behördliche Eingriffe das Miteinander suchen.



Heulende Wölfe (Foto: Nationalpark)

Der Wolf – das Wildtier des Jahres 2003

Sicher wäre mancher Förster froh, wenn er einen Wolf im Revier hätte. Denn der frisst immerhin 1,1 – 1,5 t Fleisch im Jahr, was etwa 50 bis 60 Rehen oder 16 Rothirschen entspricht. Vielleicht wäre das eine angenehme Erleichterung von der oftmals lästigen Jagdpflicht.

Der Wolf – Wildtier des Jahres 2003 – lebt in Deutschland wieder in freier Wildbahn. Im hintersten Winkel Sachsens streift seit etwa vier Jahren ein Rudel junger Wölfe. Auch aus Brandenburg werden hin und wieder Sichtungen gemeldet.

Die Wölfe kommen aus Polen, wo noch ein Bestand ca. 550 Tieren verzeichnet wird. Das sächsische Umweltministerium beschäftigt zwei Biologinnen, die versuchen, in unserer Kulturlandschaft einen Ausgleich zwischen den Ansprüchen der Wölfe und denen der Menschen zu finden. Einen Großteil ihrer Zeit sind sie damit beschäftigt, Aufklärungsarbeit bei Jägern, Landwirten und der Bevölkerung zu leisten.

In Bayern gibt es außer in den zoologischen Gärten nur im Bayerischen Wald Wölfe. Dort leben heute sechs Tiere im Gehege und sind neben Luchsen und Bären die große Besucherattraktion im Nationalpark. Als im Frühjahr 2002 drei Jungwölfe aus dem Gehege entwichen, war sofort der Fokus der Presse auf dieses Ereignis gerichtet. Die Nationalparkverwaltung gab sich alle Mühe, die Wölfe wieder einzufangen, was nur bei einem Tier gelang, zwei mussten erlegt werden. Die intensive Informations- und Pressearbeit seitens der Nationalparkverwaltung konnte eine „Wolfshysterie“ verhindern. Denn der Mythos vom Ungeheuer, das alte Großmütter und kleine Mädchen verschlingt, ist nur schwer aus den Köpfen zu bringen.

jhh

Wenn der Mensch statt der Maus zum Zwischenwirt wird**Der Kleine Fuchsbandwurm, ein gefährlicher Parasit****Lebensweise, Verbreitung, Bekämpfung und Vorbeugung***von Gerhard Huber**

Der Kleine Fuchsbandwurm (Echinococcus multilocularis), der zur Gruppe der Zestoden gehört, zieht derzeit die Aufmerksamkeit auf sich, weil er weit verbreitet ist und beim infizierten Menschen zum Tod führen kann.

Der Kleine Fuchsbandwurm verursacht beim Menschen die *Alveoläre Echinokokkose*, der verwandte Hundebandwurm die *Zystische Echinokokkose*. Die Echinokokkus-Erkrankung des Menschen gilt als die gefährlichste parasitäre Zoonose in Mitteleuropa und als die am häufigsten zum Tode führende Helminthenerkrankung des Menschen überhaupt.

Beim Kleinen Fuchsbandwurm sind die tödlichen Krankheitsfälle trotz moderner Behandlungsmethoden immer noch sehr hoch. Die Angaben darüber schwanken aber sehr stark. Das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BGVV) nennt eine Sterberate von 50 bis über 90 % (Internetquelle). Die hohen Sterberaten von 90 % beziehen sich jedoch auf unbehandelte Fälle. Schweizer Aufzeichnungen sprechen von einer Sterberate von unter 20 %. In Bayern starben im Zeitraum 1985-1989 (NOTHDURFT 1995) 6,9 % der erkrankten Echinokokkus-Patienten. Beim Hundebandwurm liegt die Mortalitätsrate bei 2 – 4 %.

Weltweit werden heute vier Echinokokkus-Arten unterschieden, der Kleine Fuchsbandwurm und der Hundebandwurm in der nördlichen Hemisphäre sowie zwei weitere Arten (*E. vogeli*, *E. oligarthrus*) in Süd- und Mittelamerika.

Lebensweise

Der fünfgliederige, bis 4,5 mm lange Kleine Fuchsbandwurm parasitiert vorwiegend im Dünndarm des Fuchses, selten auch bei Hund oder Katze (Endwirte). Im Fuchs lebt der Bandwurm fünf bis sechs Monate. Dabei können bis zu 200.000 Bandwürmer vorhanden sein, ohne dass der Fuchs krank

erscheint. Beim Fuchsbandwurm spielt sich der Wirtswechsel vor allem zwischen Fuchs und Nagetieren ab. Dabei sind Feld- und Wühlmäuse als Zwischenwirte die wichtigste Gruppe.

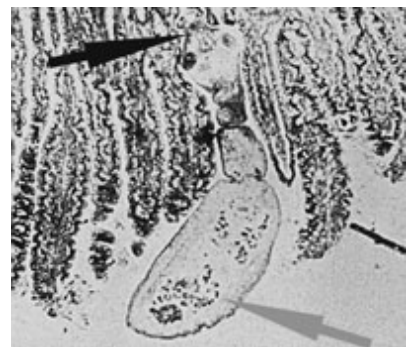


Abb. 1: Kleiner Fuchsbandwurm

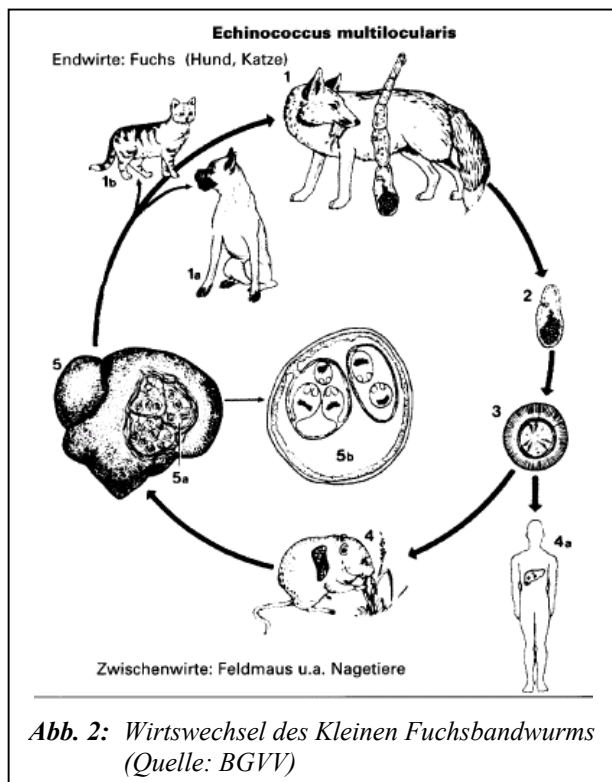
Im Zwischenwirt setzt sich die Finne des Bandwurms fest und es bilden sich Zysten aus, meist in der Leber.

Auch Bisamratten und der Mensch sind Zwischenwirte. Haustiere und Schalenwild spielen keine Rolle im Lebenszyklus dieser Zestodenart (BOCH/SCHNEIDAWIND 1998). Beim europäischen Fuchs sind noch weitere elf Bandwurmartarten bekannt.

Zu 98 % entwickelt sich der Kleine Fuchsbandwurm im Menschen primär in der Leber. Dort kann es zu einem tumorartigen, organdurchsetzenden Wachstum kommen. Da die Leber die Schäden zunächst gut kompensieren kann, ist bei Diagnosestellung meist ein Großteil des Organs bereits vom Parasiten durchwachsen. Der Mensch infiziert sich, so wird vermutet, über die Aufnahme von mit Eiern verunreinigten Waldbeeren oder den direkten Kontakt mit Fuchskadavern.

Nach bisherigen Befunden infizieren sich die meisten in Deutschland erkrankten Personen im Inland, im Gegensatz zum Hundebandwurm, bei

* GERHARD HUBER ist Mitarbeiter im Sachgebiet I der LWF.



dem viele Infektionen in den Mittelmeerraum zurückverfolgt werden können. Die Eier des Fuchsbandwurms können in der Losung bis zu 190 Tage überleben und überdauern auch Temperaturen bis zu -20° C für längere Zeit.

Der Kleine Fuchsbandwurm ist in der nördlichen Hemisphäre verbreitet. Schwerpunkte seiner Verbreitung sind Mitteleuropa (Frankreich, Deutschland, Schweiz, Österreich), die Türkei, Osteuropa, Sibirien, Kasachstan, China, Japan sowie die USA (Alaska) und Kanada. In Deutschland wurden infizierte Füchse in allen Bundesländern nachgewiesen. Als hoch endemisch gilt Süddeutschland. Das besonders betroffene Gebiet in Süddeutschland erstreckt sich von der Schwäbischen Alb in den Main-Tauber- und Neckar-Odenwald-Kreis sowie im südlichen Bereich in die Landkreise Reutlingen, Esslingen, Göppingen, Alb-Donau und Heidenheim.

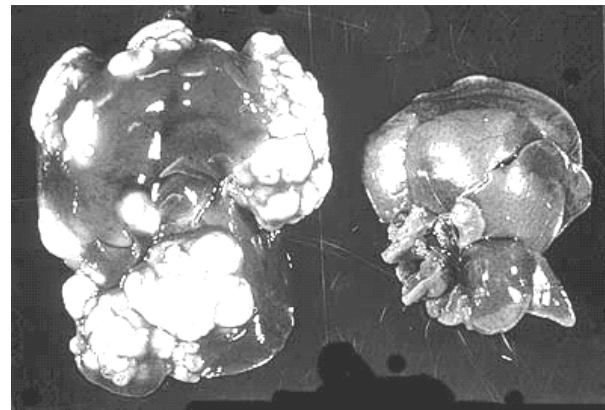


Abb. 3: Mit *Echinokokkus multilocularis* befallene Mauseleber links, rechts gesunde Leber

Infektionsraten bei Füchsen

Seit 1982 wurden in Deutschland eine Reihe von Untersuchungen zur Infektionsrate bei Füchsen durchgeführt. In den süddeutschen Ländern Bayern, Baden-Württemberg und Hessen wurden Infektionsraten von 30-50 %, in Berlin und Brandenburg von unter 10 % und in den östlichen Bundesländern Sachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein von unter 1 % festgestellt. Untersuchungen der „Stadtfüchse“ von Stuttgart ergaben eine Infektionsrate von 19 %. In Grünwald bei München mit dem sehr hohen Besatz von zehn Füchsen je Quadratkilometer wurden dagegen sehr geringe Werte gefunden. Für die Regierungsbezirke in Bayern ergaben sich die in Tab. 1 aufgelisteten Werte.

Bekämpfung des Kleinen Fuchsbandwurms

Seit Herbst 2001 wird in den zwei endemischen Gebieten der Schwäbischen Alb (Baden-Württemberg) der Kleine Fuchsbandwurm bekämpft, indem vom Flugzeug Fressköder ausgebracht werden. Die Beköderung soll die Füchse entwurmen und somit den Infektionsdruck auf die Zwischenwirte (Mäuse) senken. Um die Durchseuchungsraten nachhaltig zu

Tab. 1: Fuchsbefallsraten im Durchschnitt von 1988 bis 2000 (nach Dr. H. KOPP, Landesuntersuchungsamt für das Gesundheitswesen Südbayern)

Schwaben	Oberbayern	Niederbayern	Oberpfalz	Oberfranken	Mittelfranken	Unterfranken
41 %	30 %	18 %	19 %	20 %	7 %	24 %

Tab. 2: Aktuelle Echinokokkus-Neuerkrankungen für 2002 in Deutschland (Quelle: Epidemiologisches Bulletin Nr. 49, 2002, Robert Koch Institut)

	Kl. Fuchsbandwurm	Hundebandwurm
Bayern	2	4
Baden-Württemberg	6	6
Hessen	1	4
Nordrhein-Westfalen	1	8
Berlin	1	1
Hamburg	1	-
Saarland	-	3
Niedersachsen	-	1
Rheinland-Pfalz	-	1
Schleswig-Holstein	-	1
Gesamt	12	29

verringern, müssen die „Entwurmungskuren“ alle sechs bis 12 Wochen über einen Zeitraum von ein bis zwei Jahren hinweg wiederholt werden. Eine vollständige Tilgung des Parasiten ist aber dadurch nicht möglich. Die Bekämpfungsmaßnahme wurde bisher auf einem Gebiet von ca. 5.400 Quadratkilometern durchgeführt. Insgesamt wurden über 750.000 Köder ausgelegt. Die Kosten für die Aktion beliefen sich auf ca. 690.000 € (128.- € / km²). Zur Kontrolle der Maßnahme wurden fast 2.000 erlegte Füchse untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Infektionsrate der Füchse von ehemals über 70 % (Vorstudie im Hochendemiegebiet) bereits auf 34 % abgesenkt werden konnte. Die Bekämpfungsaktion in Baden-Württemberg wird daher auch im Jahr 2003 mit fünf Köderaktionen fortgesetzt.

Auftreten der Echinokokkose beim Menschen

Im Jahr 2002 wurden in Deutschland insgesamt 51 Echinokokkus-Erkrankungen diagnostiziert, davon waren 12 der vom Kleinen Fuchsbandwurm hervorgerufenen alveolären Echinokokkose und 29 der vom Hundebandwurm ausgelösten zystischen Echinokokkose zuzurechnen. Für die restlichen zehn Fälle lagen noch keine genauen Angaben vor.

Für Europa wurden im Zeitraum von 1982 bis 2000 insgesamt 559 Fälle der alveolären Echinokokkose festgestellt. Über 96 % der Krankheitsfälle entfielen dabei auf Frankreich, Deutschland, die Schweiz und Österreich. Deutschland verzeichnete mit 23,6 % die höchsten Fallzahlen nach Frankreich mit 42 %.

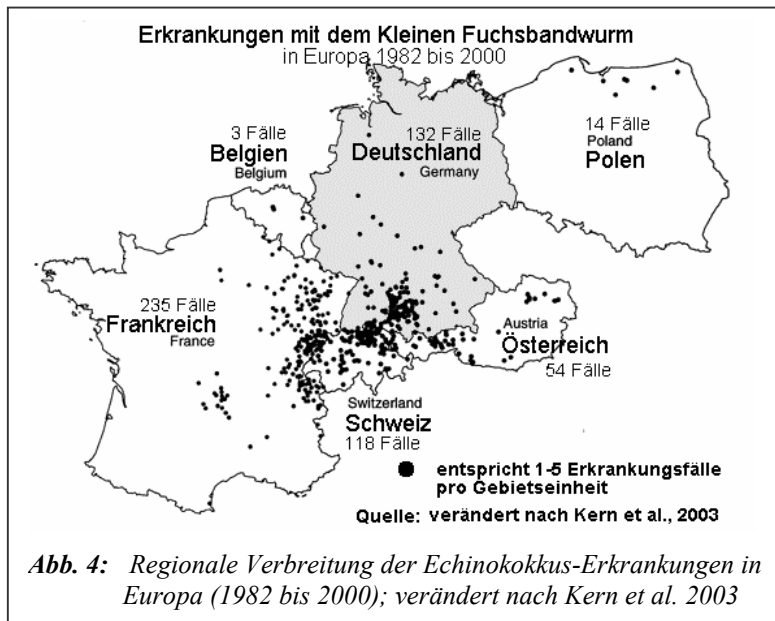
Risikogruppen

Bei der vorliegenden europaweiten Auswertung war die Berufsgruppe der Landwirte mit 21,9 % besonders betroffen. Zusammen mit den im Wald und Garten arbeitenden Personen sowie den Jägern sind es fast 40 %. Es fällt auf, dass über 70 % der erkrankten Personen auch Hunde und Katzen hielten. Lediglich 15 % gehörten keiner dieser Risikogruppen an.

Auch NOTHDURFT (1995) erfasste die Echinokokkus-Erkrankungen für Bayern für die Jahre 1985-89 und wertete sie aus. In diesem Zeitraum wurden insgesamt 216 Fälle (Kleiner Fuchsbandwurm, Hundebandwurm) diagnostiziert, davon 58 mit dem Kleinen Fuchsbandwurm. Von den 58 Erkrankungen konnten 50 auf eine Infektion in Deutschland zurückgeführt werden. Davor war wiederum besonders stark die Gruppe der Landwirte betroffen (20 Personen, 40 %); in Schwaben waren es sogar 52 %. Für Bayern rechnen Experten mit derzeit ca. zehn Neuerkrankungen jährlich (Kleiner Fuchsbandwurm).

Tab. 3: Erkrankungen mit dem Kleinen Fuchsbandwurm in den bayerischen Regierungsbezirken (mit Ursprung in Deutschland, 1985 - 1989)

	Schwaben	Oberbayern	Niederbayern	Mittelfranken	Unterfranken	Oberfranken	Oberpfalz
%-Anteil	54 %	40 %	2 %	2 %	2 %	0 %	0 %
Fälle	27	20	1	1	1	0	0



Medizinische Maßnahmen bei Erkrankungen

Nach einer meist langen Inkubationszeit von Monaten bis zu 15 Jahren, die weitgehend symptomlos verläuft, verursachen die sich vergrößerten Zysten erste Beschwerden. Lungenbefall führt zu Atembeschwerden und Husten. Als medizinische Maßnahmen kommt die operative Entfernung der Zysten und/oder die Chemotherapie mit Medikamenten in Frage. Die Diagnose und Feststellung der Echinokokkose erfolgt mit Hilfe bildgebender Verfahren wie Röntgen, Computertomographie und

Sonographie. Anhand von Blutuntersuchungen können Antikörper gegen Bandwurmfinnen schon nach vier bis sechs Wochen festgestellt werden.

Literatur

KERN, P. et al. (2003): European Echinococcus Registry: Human Alveolar Echinococcosis, Europe, 1982-2000, Emerging Infectious Diseases, Vol. 9, No. 3

BOCH, J.; SCHNEIDAWIND, H. (1988): Krankheiten des Jagdbaren Wildes

NOTHDURFT, H. D. et al. (1995): Infection 23, No. 2

JONES, A.; PYBUS, M. J. (2001): Parasitic Diseases of Wild Mammals

ROMIG, T. et al. (2002): Bei Menschen selten, aber lebensbedrohlich: Der Kleine Fuchsbandwurm. BIZU, 4, S. 208-216

EUROPÄISCHES ECHINOKOKKOSE REGISTER

Internet

BAYERISCHE STAATSFORSTVERWALTUNG:
www.forst.bayern.de

KOPP, H.: Landesuntersuchungsamt für das Gesundheitswesen Südbayern:
www.lrz-muenchen.de/~GEB/Kopp.pdf

BUNDESINSTITUT FÜR GESUNDHEITLICHEN VERBRAUCHERSCHUTZ UND VETERINÄRMEDIZIN:
www.bgvm.de/sixcms_upload/media/106/echinoko.pdf

Wie schütze ich mich vor der Echinokokkose?

- Waldfrüchte wie Beeren und Pilze, auch Früchte aus Freilandkulturen, nicht unbehandelt verzehren, gründliches Abwaschen vermindert das Risiko einer Infektion.
- Sicher abgetötet werden die Bandwurmeier durch Erhitzen auf Temperaturen über 60° C, d. h. durch Kochen, Backen, Braten. Unwirksam ist dagegen das Tiefgefrieren bei -20° C oder das Einlegen von Früchten in Alkohol.
- Tot aufgefundene oder erlegte Füchse nur mit Plastikhandschuhen anfassen und für den Transport in Plastiksäcke verpacken.
- Nach der Handhabung von Füchsen oder dem Arbeiten mit Erde, z. B. nach Wald-, Garten- oder Feldarbeiten, Hände gründlich waschen.
- Hunde und Katzen sollten regelmäßig nach tierärztlicher Anweisung entwurmt werden.

Insbesondere für Jäger gilt:

Bei erlegten Füchsen sind vor allem beim Abbalgen Plastikhandschuhe und ggf. Mundschutz zu verwenden. Kleidung sowie Jagdutensilien sind gründlich zu reinigen. In Echinokokkus-Gebieten ist jeder Fuchs potenzieller Träger der Bandwürmer. Abgemagerte Jungfüchse sind besonders gefährdet. Das Verfüttern von rohen Wildabfällen oder Aufbruch sollte vermieden werden. Das regelmäßige Entwurmen der Jagdhunde ist zwingend geboten.

Vorsorgliche Blutuntersuchungen können Infektionen mit dem Kleinen Fuchsbandwurm rechtzeitig erkennen und werden „Fuchsjägern“ empfohlen.

Weitere Vorbeugemaßnahmen veröffentlichen die Gesundheitsämter regelmäßig.

2003 - das Jahr der Bibel

Erst Ressourcenschonung, dann Übernutzung

In der Heiligen Schrift wird auch die ökologische Geschichte Israels erzählt

von Olaf Schmidt und Joachim Hamberger*

Das Jahr 2003 riefen die großen Kirchen zum Jahr der Bibel aus. Immer wieder wurde auch die Bibel forstlich-ökologisch untersucht. SPERBER veröffentlichte 1994 einen umfangreichen Aufsatz über die Bäume der Bibel und den ökologischen Niedergang im alttestamentlichen Israel. Nun hat der Göttinger Forstbotanikprofessor HÜTTERMANN ein Buch herausgegeben, das sich mit der ökologischen und nachhaltigen Wirtschaftsweise und dem Naturumgang im alten Israel beschäftigt.

Das Alte Testament erzählt von den jüdischen Nomadenstämmen, die um 1400 v. Chr. das Land besiedelten, das sich heute Israel, Palästina und zum Teil Jordanien teilen. In den biblischen Büchern, die von der Zeit dieser Wanderschaft berichten, ist häufig von Akazien und Akazienholz die Rede. Diese Leguminosen wachsen in den Wadis der Wüste und können Stickstoff binden. Das Wanderheiligtum der Juden, die Bundeslade, die Stiftshütte und der Brandopferaltar waren aus diesem Holz gefertigt. In den Büchern Exodus und Deuteronomium finden sich detaillierte Bauanweisungen. Auch als Brennholz wurde die Akazie verwendet, wofür es zahlreiche biblische Belege gibt.

Als die Generation nach Moses das heilige Land besiedelt hatte, muss es dort auch noch zahlreiche Eichenwälder gegeben haben. In Israel treten vor allem zwei Eichenarten auf, die immergrüne Kermeseiche (*Quercus calliprinos*) und die Tabor-Eiche (*Q. ithaburensis*).

Bauboom unter David und Salomo

Um 1000 v. Chr. entstand unter König David ein Großstaat im syrisch-palästinensischen Raum. Das Land wurde ausgebaut, die Städte befestigt. Besonders viel wurde in der neuen Hauptstadt Jerusalem gebaut. Dazu brauchten die Israeliten viel Holz, mehr als das eigene Land liefern konnte. Dieses Holz schafften die Phönizier gegen gute Bezahlung heran. Es waren Zedern aus dem Libanon. In der Glanzzeit Israels,

unter König Salomo, erreichte dieser Bauboom seinen Höhepunkt. Ein prächtiger Tempel wurde gebaut und das ganze, florierende Land brauchte dringend Holz als Rohstoff. Die Bibel berichtet uns, dass die Phönizier Zedern im Libanongebirge einschlugen und zum Meer schafften. Dort banden sie die Stämme zu Flößen zusammen und schleppten sie mit ihren Schiffen nach Israel (Abb. 1). Etwa auf der Höhe des heutigen Jaffa wurden sie angelandet. Die Nutzung dauerte jahrhundertlang an. Auch die Assyrier, die das Volk Israel in der babylonischen Gefangenschaft hielten, plünderten die Bestände der Libanonzedern.

Nachhaltigkeit

In ihrer Nomadenzeit mussten die Stämme Israels im Einklang mit der sie umgebenden kargen Natur leben. So entwickelten sie eine beachtens-



Abb. 1: Flößerei der Phönizier ca. 710 v. Chr. (SPERBER 1994)

* OLAF SCHMIDT leitet die LWF. DR. JOACHIM HAMBERGER ist Redakteur von LWFaktuell.

werte Bioethik und Sensibilität für Nachhaltigkeit, die in vielen Passagen des Alten Testaments zum Ausdruck kommt.

Bei kriegerischen Auseinandersetzungen war es den Juden verboten, den Baumbestand des Gegners zu fällen (Deut. 2, 19). Denn Bäume brauchen Jahre bis Jahrzehnte, bis sie wieder Frucht bringen. Weniger ressourcenschonend verfahren die Griechen. Die Spartaner fällten im Peloponnesischen Krieg alle Ölbaume ihres Kriegsgegners Athen, um diesem die Nahrung und die wirtschaftliche Grundlage zu entziehen.

Ein anderes Beispiel für das Vorhandensein des Nachhaltigkeitsgedankens findet sich in Deut 2,6-7. Dort wird vorgeschrieben, wer ein Vogelnest findet mit der Mutter und den Eiern, darf nur die Eier oder die Jungen nehmen, die Mutter aber soll er fliegen lassen. Weil der geschilderte Sachverhalt nach HÜTTERMANN aber ornithologisch unreal ist, meint er, dass dieses Gesetz interpretiert werden muss und im übertragenen Sinne gilt: Du darfst nur den Zuwachs abschöpfen, die Ressource musst du schonen.

Vermutlich war auch den Juden die Stockausschlagfähigkeit bestimmter Baumarten bekannt, wie aus einigen Textpassagen hervorgeht (Jes. 6, 13: „doch wie bei einer Eiche und Linde, von denen beim Fällen noch ein Stumpf bleibt. Ein heiliger Same wird solcher Stumpf sein.“ Hosea 14, 6: „Ich will für Israel wie ein Tau sein, dass es blühen soll wie eine Lilie, und seine Wurzeln sollen ausschlagen wie eine Linde“). Wir wissen aber nicht, ob sie Stockausschläge auch bewusst im Sinne einer Niederwaldwirtschaft nutzten.

Jedes siebente Jahr begingen die Juden als Sabbatjahr, in dem nicht gesät und geerntet werden durfte. Dies galt sowohl für die Feldfrüchte als auch für die Früchte der Bäume. Damit erhielten

die Böden eine Regenerationsphase, die ein Auslaugen verhinderte.

Tab. 1: Die in der Bibel am häufigsten genannten forstlichen Begriffe

	Gesamt	AT	NT
Holz	168	160	8
Wald/Wälder	51	50	1
Hain	3	3	0
Baum, Bäume	246	220	26
Zeder	70	70	0
Feigenbaum	38	23	15
Akazie	28	28	0
Eiche	27	27	0
Granatapfel/-baum	25	25	0
Ölbaum	24	21	3
Zypresse/n	17	17	0
Palme/-baum	16	16	0

Asaf der erste Förster

Der Bibel verdanken wir auch den ersten schriftlichen Hinweis auf einen Förster (Neh 2,8). Asaf hieß der oberste Verwalter über die Wälder des persischen Königs. Luther bezeichnet ihn in seiner Übersetzung von 1534 als „Holzfürst“. Er hatte Balken für den Bau des Tempels und für die Befestigung von Stadtmauern bereitzustellen.

Literatur

HÜTTERMANN, A. P.; HÜTTERMANN, A.H. (2002): Am Anfang war die Ökologie. Naturverständnis im Alten Testament. Verlag Antje Kunstmann, München, 189 S.

SPERBER, G. (1994): Bäume in der Bibel. Eine ökologische Un-Heilsgeschichte von Bäumen, Wald, Natur, deren Zerstörung und den gnadenlosen Folgen. Forstw. Centralblatt, Bd. 113, Hamburg u. Berlin, S. 12-34

Weitere Literatur ist auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

„Mein Baum im Land der Bibel“

Der jüdische Nationalfonds veranstaltet im Jahr 2003 in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus einen Malwettbewerb für Schüler zwischen sechs und 18 Jahren. Dabei sollen die Schüler ein Bild sowie einen kleinen Text über ihren Baum in Israel anfertigen. An diesem Wettbewerb beteiligen sich über 300 bayerische Schulen und über 20.000 Schüler. Die besten Bilder werden in München im Gasteig im Juli ausgewählt. Eine Jury, in der die LWF mit ihrem Präsidenten Olaf Schmidt vertreten ist, wird dann die besten drei Bilder auszeichnen. Mit dem Wettbewerb läuft gleichzeitig ein Spendenaufruf. Mit dem gesammelten Geld soll im Herbst 2003 in der Nähe von Jerusalem der „Wald der bayerischen Schüler“ gepflanzt werden.

jhh

LWFaktuell

MAGAZIN FÜR WALD, WISSENSCHAFT UND PRAXIS

IMPRESSUM

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Verantwortlich: Olaf Schmidt, Präsident

Redaktion, Konzeption: Dr. Joachim Hamberger (jhh)

Layout, Gestaltung: Hildegard Naderer

Schlussredaktion: Dr. Joachim Hamberger, Dr. Alexandra Wauer

Druck: Druckerei Lerchl, Freising **Auflage:** 6.000

Bezug: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Am Hochanger 11, 85354 Freising

Tel. / Fax: 08161-71-4881 / -4971 **URL:** www.lwf.bayern.de

E-mail: redaktion@lwf.uni-muenchen.de oder poststelle@fo-lwf.bayern.de

ISSN 1435-4098

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, sowie fotomechanische und elektronische Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers. Insbesondere ist eine Einspeicherung oder Verarbeitung der auch in elektronischer Form vertriebenen Zeitschrift in Datensystemen ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig.

Dem Wald zuliebe  aus heimischem Holz
chlorfrei gebleicht

Titelseite: Raupenharvester Valmet 911 X3M (Foto: von Bodelschwingh)
Bewegungsjagd (www.tubm.de/Carlos_Anthonyo)

SCHWERPUNKT

Forschungsschwerpunkte und laufende Projekte <i>von Gunther Ohrner</i>	1
Von der Pappel bis zum Hackschnitzel <i>von Frank Burger und Wilfried Sommer</i>	4
Energieholznutzung und Waldschutz im Einklang <i>von Stefan Wittkopf et al.</i>	7
Einsatzempfehlungen für Rad- und Raupenfahrwerke <i>von Enno Uhl et al.</i>	11
Integrierte Holzernte mit Trailersystem (IHT) <i>von Michael Lutze und Andreas Schäfer</i>	15
Holzernte am Hang <i>von Enno Uhl</i>	16
Praxiseinsatz der Logistiksoftware GeoMail <i>von Ekkehard von Bodelschwingh und Jürgen Bauer</i>	19
Harvester und Forwarder in einer Maschine <i>von Ekkehard von Bodelschwingh und Reinhard Pausch</i>	23
Neue Technik für die Holzernte im Hochgebirge <i>von Sven Korten</i>	27
Der Harvester an der Nahtstelle von naturnahem Waldbau und Forsttechnik <i>von Reinhard Pausch</i>	29
Wie Mechanisierung und Umweltvorsorge die Forstwirtschaft veränderten <i>von Joachim Hamberger</i>	33

WALD * WISSENSCHAFT * PRAXIS

Grundsätze zur Bewegungsjagd <i>von Hans-Ulrich Sinner</i>	37
Abschussplan „ade“ – Jagen wir bald ohne Bürokratie? <i>von Elke Eklkofer und Hans-Ulrich Sinner</i>	40
Der Kleine Fuchsbandwurm, ein gefährlicher Parasit <i>von Gerhard Huber</i>	43
Erst Ressourcenschonung, dann Übernutzung <i>von Olaf Schmidt und Joachim Hamberger</i>	47
Impressum	49

Titelseite: Raupenharvester Valmet 911 X3M (Foto: von Bodelschwingh)
Bewegungsjagd (www.tubm.de/Carlos Anthonyo)

Liebe Leserinnen und Leser,

in den letzten Jahren entwickelte sich nicht nur in Nord- sondern auch Mitteleuropa der Stand der Forsttechnik extrem stark, sicher auch unter den Zwängen notwendiger Rationalisierungsmaßnahmen. Der Mechanisierungsgrad in der Forstwirtschaft, vor allem in der Holzernte, nimmt stetig weiter zu (z. B. Harvestertechnologie).



Daneben wurden durch geeignete Maßnahmen die Wälder für den Maschineneinsatz geöffnet (Rückegassen) und die Maschinen selbst an ihren Einsatz im Wald immer wieder angepasst und optimiert (z. B. Breitreifen).

Beim Maschineneinsatz in dem sensiblen Lebens- und Erholungsraum Wald werden auch zunehmend von der technischen Seite her Umweltschutzbelange berücksichtigt.

Das vorliegende Heft von LWFaktuell beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit dem Einsatz von forstlicher Technologie in unseren Wäldern. Die betriebliche Forschung ist an der LWF ein Schwerpunkt, um anwenderorientiert den Behörden der Staatsforstverwaltung wissenschaftliche Erkenntnisse zum optimalen Betriebsablauf an die Hand zu geben.

Viele der innovativen Ansätze im Hinblick auf Logistik, Transport, Optimierung des Rohstoffes Holz, bodenschonende Holzernte entstehen auch in enger Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft im Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan.

Ebenso finden sich in diesem LWFaktuell die Ergebnisse eines Workshops von Jagdpraktikern für Jagdpraktiker zu Grundsätzen zur Bewegungsjagd sowie Beiträge zur Abschussplangestaltung und zum Fuchsbandwurm.

Ein Beitrag zu Bäumen und zur Nachhaltigkeit im Jahr der Bibel rundet das vorliegende Heft ab.

Autoren, Redaktion und Leitung der LWF hoffen auch mit diesem Heft wieder Ihr Interesse zu finden.

Mit besten Grüßen

Ihr

Olaf Schmidt

Olaf Schmidt