

Aus dem Institut für forstliches Ingenieurwesen, Tharandt

Bessere Motorsägen für den Forstarbeiter¹⁾

Von Dipl.-Forstwirt W. SCHILLING

DK 634.93:621.933.001.5

Die Forstwirtschaft erwartet von der Technik vor allem produktive Maschinen für die Waldarbeit. Unter diesem Gesichtspunkt behandelt der Autor die Frage der Arbeitsmechanisierung durch die Säge und gibt beachtliche Hinweise, wie die Technik durch verbesserte Maschinen und Geräte ganz erheblich zu einer Steigerung der Arbeitsproduktivität im Fällungsbetrieb beitragen kann.
Die Redaktion.

Mechanisierung der Sägearbeit

Für die Handarbeit bei der Holzernte wurde von der forstlichen Arbeitswissenschaft folgende Methode entwickelt und gelehrt:

Eine Zwei-Mann-Gruppe geht zum Baum, fällt, entastet und schält ihn und bereitet daraus die Sortimente. Die Motorsäge wurde diesem Verfahren eingefügt, durch den geringen Anteil der Sägearbeit blieb dabei aber die Maschinenkraft unausgenutzt. Deshalb mußten neue Wege gesucht werden, um die Maschine gantztägig zu nutzen; notwendig wurde die Anpassung der Arbeitsmethode an die Maschine.

Die Arbeitsweise großer Produktionsbrigaden fordert gantztägige Arbeit mit der Motorsäge: Eine Gruppe sägt ständig, die anderen Brigadenmitglieder spezialisieren sich jeweils auf eine Ergänzungsarbeit.

Die meisten tragbaren Motorsägen sind aber so schwer und unhandlich, daß der Forstarbeiter eine Dauerarbeit mit ihnen nicht leisten kann. Deshalb fordern wir vom Konstrukteur die Anpassung der Maschine an den Menschen.

Dieser Anpassung an den Menschen sind allerdings Grenzen gesetzt durch die von uns angestrebte Form des Waldes. In den Großkahlschlägen des Auslands können Schleppersägen bequem von Baum zu Baum fahren. Die vorratspflegliche Waldwirtschaft in unserer Republik fordert dagegen behutsamen Transport der Maschine von einem zu fallenden Baum zum anderen, damit die Verjüngung nicht leidet, die immerfort nachwachsen und ständig die Hieblücken schließen soll.

Bei der vorratspfleglichen Waldwirtschaft scheiden unerwünschte Bestockungsglieder nur allmählich aus, sie werden einzeln oder zu kleinen Gruppen über einen langen Zeitraum entnommen. Der Maschinenarbeitszeit steht also eine lange Transportarbeit gegenüber. Das erfordert die Anpassung der Maschine an den Wald.

Die tragbare Motorkettensäge²⁾

In der Industrie und auf Holzausformungsplätzen erleichtert die Mechanisierung die Arbeit, weil das Tragen der Säge vermieden werden kann, indem das Werkstück mechanisch der Maschine zugeführt wird.

Der Arbeitsgang Fällen verlangt dagegen, daß der Arbeiter die Maschine zum Werkstück bringt. Die vorratspflegliche Waldwirtschaft mit der Forderung nach Einzelstammnutzung verlängert diesen Weg von Werkstück zu Werkstück noch erheblich.

Mit der Handsäge ging der Arbeiter wenig belastet von Baum zu Baum, mit einer Motorkettensäge bedeutet schon der Laufweg schwere Tragearbeit. Die Handsäge forderte hin- und hergehende Bewegung, dynamische Arbeit. Die Ermüdung im Verhältnis zu statischer Arbeit mit gleichen Kraftaufwand war dabei gering.

Die üblichen Motorkettensägen dagegen erfordern fast ausschließlich statische Arbeit. Die hin- und hergehende Sägen-

bewegung ist durch die rotierende ersetzt, den Antrieb besorgt ein Motor. Die Hand drückt, zieht und hält nur das hohe Motorengewicht. Dabei fehlen die Erschlaffungspausen, die bei rhythmischer Handsägearbeit die Erholung bewirkten. Die Folge ist eine schnellere Ermüdung.

Die Technik soll jedoch nicht nur die Produktion beschleunigen, sie soll auch die Arbeit erleichtern. Trotzdem erhält der Forstarbeiter Motorsägen, die seine mühsame Arbeit noch mehr erschweren. Muß das so sein?

Es gibt Entwicklungswege genug zur Erleichterung der Sägearbeit. Wir wollen sie suchen.

Das Maschinenwerkzeug

Die Motorkettensäge wird als Werkzeug gehandhabt. Sie ist jedoch keine Maschine im eigentlichen Sinne dieses Wortes, obwohl eine Fremdkraft ihren Antrieb besorgt. Deshalb ist die Bezeichnung „Maschinenwerkzeug“ treffender für sie. Als Maschinenwerkzeug stellt sie andere und größere Ansprüche an den bedienenden Menschen als eine Maschine. Sie verlangt, wie das Werkzeug, muskelmehchanisch-optimale Anordnung der Griffe. Das Handwerkzeug ist die Nachahmung und Weiterentwicklung der natürlichen Handfunktionen.

Man versuchte, dieses Prinzip auch auf Motorkettensägen anzuwenden. Es gibt eine sowjetische Kettensäge zum Entasten. Der Motor wird am Unterarm angeschnallt, den das Sägeschwert gleichsam verlängert. Die Orientierung für Druckrichtung und Kraftgebung übernimmt dann unmittelbar das Körperglied, dessen Fortsetzung das Maschinenwerkzeug ist.

Bei allen zueihändig bedienten Einmann-Motorsägen muß die Orientierung in das Werkstück selbst übergehen. Hier wird vom Arbeiter die Fähigkeit verlangt, sich in das Werkzeug hineinzuversetzen und die Arbeitsbewegungen unter dauernder Bewußtseinsbelastung zu erfüllen.

Die üblichen Motorkettensägen sind in ihrer Handhabung den Handsägen nachgebildet.

Die Nachbildung des Werkzeugs durch die Maschine erleichterte die Waldarbeit jedoch nicht. Das Maschinenwerkzeug wird wie ein Werkzeug gehandhabt, aber es fordert nicht die gleiche, sondern eine seinem Maschinencharakter und dem Menschen angepaßte Form.

Die motorisierte Säge entspricht der überlieferten Fälltechnik, für eine neue Sägemaschine würde auch die Fälltechnik anders.

Der Waldarbeiter verlangt von der Technik eine Säge, die weniger Werkzeug und mehr Maschine ist, die seine Arbeit produktiver macht und erleichtert.

Werkzeuggriffe an der Maschine

Die Arbeit mit der Zweimann-Motorkettensäge erfordert an jeder Seite eine Kraft nach jeweils nur einer Arbeitsrichtung: Nach unten beim Trennschnitt, nach der Schnittseite beim Fällschnitt. Dazu genügt an der Säge die einfache parallele Griffanordnung.

¹⁾ Aus einem Vortrag vor der Kammer der Technik in Berlin am 29. September 1954.

²⁾ Siehe auch Deutsche Agrartechnik (1952) H. 9 „Vereinfachte elektrische Kettensägen“ von Ossipow.

In einem rationellen Arbeitsverfahren ist die Arbeit mit der Einmann-Motorkettensäge wichtiger. Hier müssen Druck- und Zugkräfte in verschiedenen Richtungen um einen Drehpunkt ausgeübt werden. Zu ihrer optimalen Ausnutzung entstanden beizeiten vielerlei Arten der Griffanordnung (Bild 1).

Von ihnen ist jedoch nur eine Griffanordnung günstig: Wenn die Griffe in Schnittrichtung so weit auseinanderliegen, daß ein großer Kraftarm entsteht.

Arbeitsbewegungen mit der Motorkettensäge

Der Waldarbeiter muß mit der Motorsäge arbeiten, wie der Konstrukteur sie formte und gestaltete. Ob die Sägebewegung verkrampt ist oder zügig fließt, das liegt letztlich im Willen des Technikers.

Beim Trennschnitt mit einer Einmann-Motorkettensäge mit paralleler seitlicher Griffanordnung müssen die Oberarmmuskel viel unökonomische Haltearbeit verrichten, für den Arbeitserfolg wirksam ist nur die Arbeit der Unterarmmuskeln.

Die Ermüdung ist dabei nicht geringer als bei einer Arbeitsbeanspruchung eines viel größeren Muskelquerschnittes.

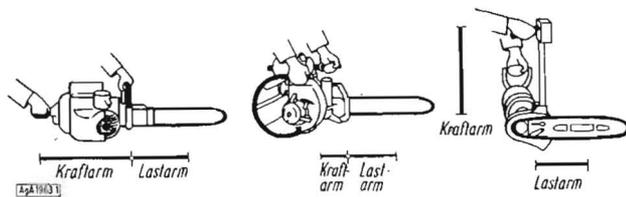


Bild 1. Hebelverhältnisse an Einmann-Motorkettenschwertsägen

Der Fallschnitt erfordert die Drehung des Unterarms um die Längsachse. Die Kraft wird verstärkt durch gleichzeitige Drehung des Rumpfes.

Hebelverhältnisse und Sägebewegung bleiben auch beim Fällen für Einmann-Motorsägen mit paralleler seitlicher Griffanordnung ungünstig.

Bessere Hebelverhältnisse bieten uns Sägen mit hintereinander angeordneten Griffen. Mit ihnen werden auch die Arbeitsbewegungen günstiger.

Einmann-Motorsägen mit hintereinander angeordneten Griffen erlauben zum Trennschnitt zwei Arbeitsbewegungen:

1. Der dem Schwert abgewandte Griff wird als Drehpunkt gehalten, am vorderen Griff drückt die andere Hand.
2. Der dem Schwert zugewandte Griff wird als Drehpunkt gehalten, und am hinteren Griff zieht die andere Hand.



Bild 2. Arbeitsbewegung am vorwiegend einarmigen Hebel

Praktisch mischen sich beide Bewegungen (Bild 2), das scheint günstig durch wechselnde Spannung und Erschlaffung verschiedener Muskeln.

Geübte Forstarbeiter verzichten auf diesen Vorteil. Sie halten einen Drehpunkt in Nähe des vorderen Griffes, indem sie mit Knie oder Schienbein den Motor an die Schnittfuge drücken und damit Handkraft zur Aufnahme des Reaktionsmomentes sparen (Bild 3).

Die Arbeitsbewegung wird nun zu einer Hebelbewegung um den Drehpunkt am Bein, wirksam wird ausschließlich die Zugkraft.

Wie müssen die Griffe hintereinander angeordnet sein, um diese Zugkraft optimal anzusetzen?

Günstig sind Hebelverhältnisse mit langem, gewinkelt Kraftarm, die eine Stellung des Ellbogengelenks in spitzerem Winkel fordern.

Bei Sägen mit paralleler seitlicher Griffanordnung wurden die Unterarmmuskel beansprucht, bei Sägen mit hintereinander angeordneten Griffen die Muskeln des Oberarms. Gemeinsam war diesen Formen ein gleichbleibender Arbeitszug. Verwickelter ist die Arbeit bei einer Säge mit rechtwinklig angeordnetem Kraftarm. Hier ist die Bewegung anfangs ein Ziehen, in der Mitte ein Umsetzen aus dem Zug in einen Stoß, am Ende ein reines Stoßen (Bild 4). Die Zugphase beansprucht Arm- und Schultermuskeln, beim Stoßen arbeitet Rumpf-, Hüft- und Beinmuskulatur.

Der schnelle Übergang von einer Muskelgruppe zur anderen nähert diese Bewegungsform den Durchblutungsverhältnissen dynamischer Arbeit.

Griffanordnungen an Einmann-Motorkettensägen

Muskelphysiologische Überlegungen zeigen uns die Möglichkeit günstiger Griffanordnungen. Ein Versuch belehrt uns einfacher und schneller über die Unterschiede (Bild 5 und 6).

Die größte Kraft und damit Dauerarbeit unter geringstem inneren Aufwand beim Fällen und Trennen erlauben Hebel mit rechtwinkligem Angriff der Betätigungskraft und abgewinkelter Unterarmstellung.

Vermeidbare Haltearbeit

Der Forstarbeiter bevorzugt ziehende Arbeitsbewegungen mit der Motorsäge.

Drehpunkt wird vornehmlich der Griff nahe am Sägeschwert. Am Kraftarm des zweiarmigen Hebels zieht die andere Hand. Je größer dabei das Drehmoment ist, um so mehr muß die Haltehand versteift werden, und dies ist der Grund starker Ermüdung.



Bild 3. Arbeitsbewegung am zweiarmigen Hebel

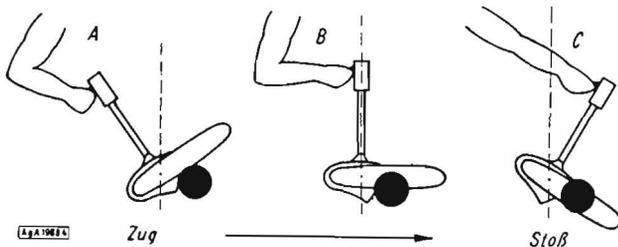


Bild 4. Bewegungsphasen beim Vertikalschnitt mit der Einmann-Motorkettensäge Zniimä K-5

Wie kann man durch Anpassung der Maschine dem Menschen die Arbeit erleichtern?

Eine Elektrokettensäge trägt für den Fällschnitt eine Raste zum Andrücken des Unterschenkels. Hier gibt das Schienbein, von den kräftigen Schenkelmuskeln in seiner Lage gehalten, den Gegendruck gegen das Abdrängen des Drehpunktes beim Schnitt (Bild 7).

Der Drehpunkt läßt sich auch in den Baumanschlag legen durch eine Kralle, die man beim Sägen in das Holz stößt. Dann kann sich bei Sägen mit hintereinander angeordneten Griffen die sonst nur haltende Hand an Hebelspiel mit beteiligen. An Sägen mit parallel seitlich angeordneten Griffen verbessert ein Dorn außerdem das Hebelverhältnis.

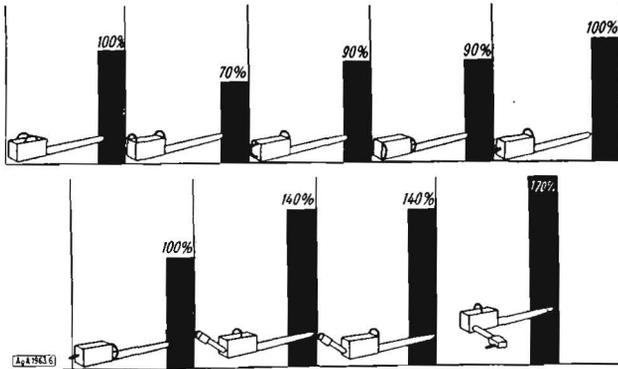


Bild 5. Griffanordnung und Vertikalkraft an Einmann-Motorkettensägen

Wir gaben die Regel: Griffe in Schnittrichtung weit auseinander.

Jetzt müssen wir erweitern: Drehpunkt und schwertabgewandter Griff weit auseinander. Drehpunkt durch eine Kralle direkt in die Schnittfuge zu legen, erspart Halte- und Versteifungsarbeit.

Die Tücken der Maschine

Durch die Bewegungen der Motorteile bei laufendem Motor schwingt die Maschine.

Diese Schwingungen wirken bei tragbaren Motoren besonders stark auf den Körper. Hier ist der Mensch das Fundament der Maschine. Er nimmt die Schwingungen auf, für die im Frequenzbereich unserer Motorsägen physische Störungen allgemein feststehen.

Auffällig ist die Verminderung der Eigenreflexe. Diese schützen die Gelenke vor plötzlichen Motorschlägen. Ihr teilweiser Ausfall kann leicht zu Gelenkschäden führen.

Die Anpassung des Sägemotors an den Menschen fordert möglichste Schwingungsfreiheit.

Mit der Mechanisierung kam auch der Motorenlärm in den Wald.

Regelmäßige, starke Geräusche schädigen das innere Ohr; wichtiger jedoch sind sie als Ursache der weitverbreiteten Nervosität.

Wir brauchen den „flüsternden Motor“ für die Maschinen unserer Forstarbeiter. Jedoch nicht um den Preis eines großen Schalldämpfers, der würde die Säge unhandlich machen. Die

Leistung des Motors darf auch nicht sinken durch kleine Schalldämpfer.

Bei der Arbeit mit Verbrennungsmotor-Sägen empfinden die Forstarbeiter die Auspuffgase unangenehm. Anteile an organischen Bleiverbindungen darin sind gefährlich. Besonders an schwülen Tagen in engen Tälern werden die Motorsägengruppen eingehüllt in Schwaden stinkenden Auspuffqualms.

Motorenschwingung, Lärm und Verbrennungsgase begleiten die Arbeit mit Verbrennungsmotoren. Die Elektromotorkettensäge kennt diese Tücken viel weniger. Notwendig wird bei ihr die Zuführung des Kabels zu jedem Baum. Die zu fällenden Bäume rücken in der vorrätspfleglichen Waldwirtschaft jedoch immer weiter auseinander. Die Forderung nach leichter Transportmöglichkeit trifft also auch die Stromquelle.

Eine gesunde Arbeitshaltung erfordert eine Motorsäge, die zum Tragen des Sägemotors das praktisch unermüdbare Skelett heranzieht; die Arme steuern nur die Schneidbewegung und vermitteln über Hebel die Kraft zur Überwindung des Zerspannungswiderstandes.

Überflüssige Hubarbeit

Zur Motorsägenarbeit gehört nicht nur die Kraft, die vom Arbeiter aufgewandt werden muß, um den Widerstand bei der Zerspannung zu überwinden. Nach jedem Schnitt muß die Säge in ihre Ausgangsstellung zurückgebracht und für den nächsten Schnitt wieder angehoben werden. Das erfordert einen un-

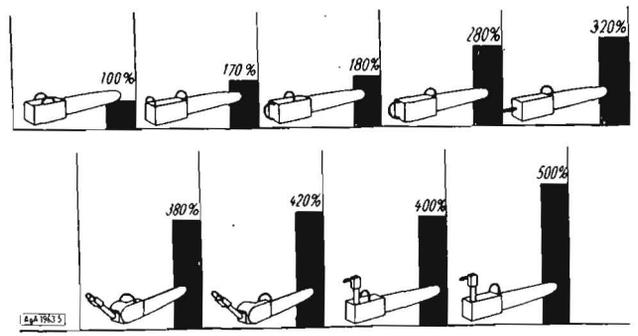


Bild 6. Griffanordnung und Horizontalkraft an Einmann-Motorkettensägen

nötigen Energieaufwand von mehreren hundert kcal für Motor- und Kopfstückführer. Diese Energie ist verloren.

Gibt es nun bessere Sägen, die diesen Kraftverlust vermeiden?

Schon eine einfache Griffumgestaltung vermeidet die notwendige Hubhöhe des Maschinenschwerpunktes (Bild 8 und 9, links). Noch besser sind Sägen, deren Schwerpunkt hoch und so nahe am Körper liegt, daß Heben und Senken des Motoren-gewichts zum Schnitt unterbleiben (Bild 9, rechts).

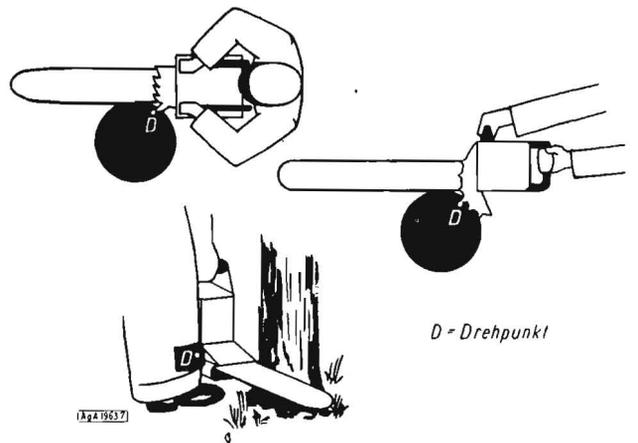


Bild 7. Arbeitserleichterung durch Fixierung des Drehpunktes an Einmann-Motorsägen

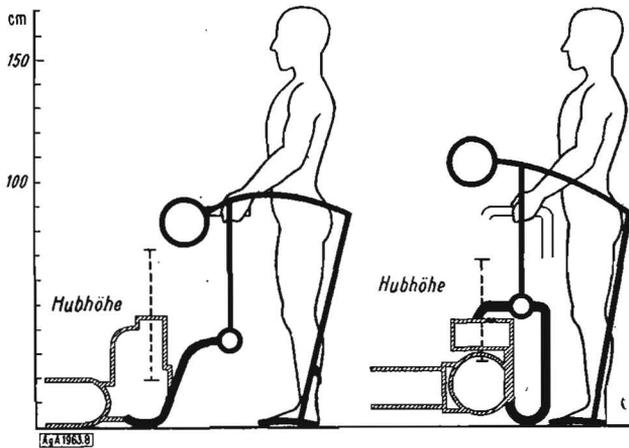


Bild 8. Hubarbeit und Griffanordnung bei Motorkettensägen

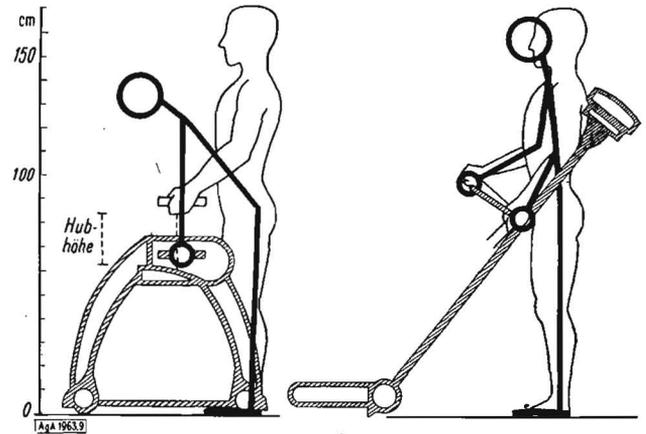


Bild 9. Hubarbeit und Sägenform bei Motorkettensägen

Der Maschinenschwerpunkt hängt fest, und nur die Arbeitsseite – durch lange Kraftübertragung vom Antrieb getrennt – wird zum Schnitt gesenkt und gehoben.

Tragearbeit beim Sägen

In der Kahlschlagwirtschaft ist der Zeitanteil der Hauptarbeit groß. Die vorratspflegliche Waldwirtschaft dagegen fordert neben der eigentlichen Hauptarbeit „Sägen“ noch viel Zeit für den Weg von Stamm zu Stamm.

Bei achtstündigem Motorsägeneinsatz wird die Motorsäge zwei Stunden von Stamm zu Stamm getragen. In der Dreimann-Motorsägenrotte sind das sechs Stunden Laufzeit täglich.

Ein Viertel des Arbeitstages hindurch muß die Motorsäge getragen werden. Darum soll eine Motorsäge nicht nur gut sägen, sie muß sich auch gut tragen lassen. Leichte Tragmöglichkeit ist von einer günstigen Griffanordnung abhängig. Schlechte Griffstellung zwingt den Arbeiter, die belasteten Arme zu winkeln (Bild 10), das ermüdet sehr rasch.

Die Ermüdung ist abhängig von Spannungsdauer und Spannungshöhe der Muskeln. Die Spannungsdauer ist bei ganztägiger Motorsägearbeit unbeeinflussbar. Die Spannungshöhe läßt sich durch Traghilfen herabsetzen. Ein Traggurt verteilt die Motorsägenlast auf Rücken und Schulter. Die starke Nackenmuskulatur übernimmt dabei den Druck unter viel geringerer Spannung.

Bei unseren Motorsägen ist die Schneide eng an das Handteil der Säge gekoppelt. Tragen der laufenden Säge am Gurt würde den Arbeiter bei einem Sturz gefährden.

Motorsägen, deren Schwert vom Antriebsmotor getrennt ist, erlauben jedoch, den schweren Motor am Gurt zu tragen



Bild 10. Tragen der Zweimann-Motorkettensäge

ohne Gefährdung des Arbeiters durch die laufende Sägekette.

Die Mehrzwecksäge

Ein Weg weiterer Rationalisierung der Waldarbeit führt über die Mechanisierung des Ästens. Das Trennen der Äste vom Stamm wurde auf vielerlei Art versucht, ohne daß eine Methode sich im Walde praktisch bewährte. Die Zeit für die Axtarbeit ist im Handfällbetrieb in Fichte bis doppelt so lang wie die Zeit der Sägenbenutzung.

Auch das Absägen der Äste wurde versucht. Wichtiger als große Kraftentfaltung ist dabei die Möglichkeit, die Schneide des Maschinenwerkzeugs ohne Körperverrenkung an alle Seiten des Stammes heranzuführen. Das geht aber nur bei Verlängerung des Abstands zwischen Antriebs- und Arbeitsseite.

Das Motorsägengewicht darf die Hand nicht ganztägig belasten. Beim Zerschneiden half es mitunter durch Druck auf den Drehpunkt, für die schwachen Äste ist weniger Kraft zum Abstoßen nötig, wichtiger ist eine niedrigere Spannung in den Armmuskeln, um lange hintereinander arbeiten zu können. Deshalb sei die Antriebsseite fest aufgehängt, nur die Arbeitsseite vollführe die Arbeitsbewegung.

Die vorratspflegliche Nutzung weitet den Abstand von Fällstamm zu Fällstamm. Ein rationelles Arbeitsverfahren erlaubt dann nicht mehr, daß zwei Arbeiter nacheinander zum Stamm gehen: Der eine, um mit der Fällsäge zu fällen, der andere, um mit der Astsäge zu ästen. Die neue Nutzungsform verlangt die Mehrzweckmotorsäge, die nicht nur zum Fällen und Ablängen, sondern auch zum Entästen geeignet, trotzdem aber dem Menschen angepaßt bleibt.

Zweckvolle Mechanisierung der Sägearbeit

Die Motorsägenkonstrukteure wählten den einfachsten Weg: Sie mechanisierten das Handwerkszeug.

Der Forstarbeiter mußte sich weiterhin bücken, abschleppen, und seine Arbeit blieb Schwerarbeit. Er ermüdete mehr durch die neuen Elemente der statischen Arbeit in seiner Tätigkeit und die seinen Organismus gefährdenden Haltungsversteifungen, Schwingungen, Lärm und Gase.

Die Forderungen nach besseren Sägen führen über das mechanische Werkzeug hinaus. Sie eröffnen neue Gebiete der Motorsägengestaltung: Geschickte Kombinationen von Antriebs- zu Arbeitsseite, zweckvolle Schwerpunktlagerung und günstigere Griffanordnungen erleichtern die Sägearbeit. Mit der Richtung auf den Mittelpunkt Mensch geht die Motorsägentechnik den richtigen Weg.

Bisher mußte der Waldarbeiter sich der Maschine anpassen; ging das nicht an, unterblieb die Entfaltung fortschrittlicher Arbeitsorganisation.

Wir verlangen nun von der Technik, daß sie die Motorsäge dem Menschen anpaßt.