

STUDIEN ZUR KÖRPERLICHEN BELASTUNG DES MENSCHEN
UND IHRER GRENZEN BEI HOLZERNTARBEITEN
IN DEN TROPEN

H. MUELLER-DARSS and F. J. STAUDT

Reprinted from :

Forstwissenschaftliches Centralblatt, **93**: 98-118 (1974)

Forstwissenschaftliches Centralblatt

Sonderdruck aus

93. Jahrgang (1974), H. 2, S. 98-118

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks, der photomechanischen Wiedergabe und Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, vorbehalten.

© 1974 Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin

Studien zur körperlichen Belastung des Menschen und ihrer Grenzen bei Holzerntearbeiten in den Tropen

VON H. MUELLER-DARSS UND F. J. STAUDT

Aus dem Institut für Arbeitswissenschaft der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Reimbek und dem Centre for Agricultural Research in Suriname of the State Agricultural University, Wageningen, Niederlande

Einleitung

Aus der Sicht der Arbeitswissenschaft und speziell der Ergonomie erfordert die Situation des körperlich arbeitenden Menschen in den Tropen eine besondere Berücksichtigung. Es gibt eine Reihe von Gegebenheiten, die diese Situation charakterisieren; als die wichtigsten sind das Klima, die körperliche Kondition und die Ernährungslage anzusehen.

Die nachfolgend beschriebenen Untersuchungen beurteilen das Klima in seinen belastungsrelevanten Werten, die Kondition nach international üblichen Kriterien der Leistungsfähigkeit und die Ernährungslage nach der durchschnittlichen Kalorienaufnahme. Sie ermitteln die vertretbare Arbeitsintensität nach den beiden leistungsbegrenzenden Kriterien *mögliche Kreislaufbelastung* und *möglicher Energieverbrauch*.

Neben dem wissenschaftlichen Interesse an der Klärung dieser Zusammenhänge¹ besteht vor allem für die Praxis die bedeutsame Frage, welche Arbeitsleistungen im einzelnen erwartet werden können und was allgemein für die Verbesserung der Leistungen getan werden kann. Basis aller Überlegungen in diesem Zusammenhang ist die Forderung nach Erhalt der Lebensleistung des arbeitenden Menschen. Diese Forderung hat sowohl einen humanen als auch einen wirtschaftlichen Aspekt.

Die Untersuchungen sind in Suriname im Oktober und November 1971 in Forstbetrieben durchgeführt worden. Sie waren ein gemeinsames Arbeitsprogramm der Food and Agricultural Organization of the United Nations, FAO, des Centre for Agricultural Research in Suriname, CELOS, und des Instituts für Arbeitswissenschaft in Reinbek, IFFA. Die Unterstützung des Landsbosbeheer, der Firma Bruynzeel, Paramaribo, und eines FAO-Waldinventur-Projektes und schließlich das moderne Untersuchungsgerät trugen zur erfolgreichen Durchführung der Studien wesentlich bei.

Allgemeine Situation

Menschen

Die Bevölkerung Surinames ist aus sehr verschiedenen Volksgruppen zusammengesetzt. In stadtfernen Gebieten werden die körperlichen Schwerarbeiten vorwiegend von den Buschland-Creolen (Nachfahren afrikanischer Stämme, die im 19. Jahrhundert für Plantagenarbeiten eingesetzt wurden) durchgeführt. Sozial bilden sie eine niedrige Schicht; in den Gebieten außerhalb der Städte — spät oder überhaupt nicht vom allgemeinen Schulsystem erfaßt — können die Arbeiter nur in wenigen Fällen lesen und schreiben. Die Arbeitstechnik beim Holzfällen beherrschen sie teilweise sehr gut.

Allgemeingültige anthropometrische und medizinische Daten liegen für diese Bevölkerungsgruppe nicht vor. Die sechs Versuchsarbeiter waren im Durchschnitt 28 Jahre alt, 166 cm groß und 64,3 kg schwer.

Tabelle 1

Durchschnittswerte anthropometrischer Größen und Daten der Leistungsfähigkeit von Forstarbeitern aus verschiedenen Ländern

Land (Autor)	Anzahl der Personen	Größe cm	Gewicht kg	Max. O ₂ -Aufnahmefähigkeit l/min	Max. O ₂ -Aufnahme je kg Körpergewicht ml/min
Suriname (vorliegende Studie)	6	166	64,3	2,7	42
Schweden (HANSSON et al.)	50	174	72,5	3,5	49
Indien (HANSSON et al.)	58	161	47,5	2,2	44
Venezuela (Anden und Tiefland) (HARTUNG/RAETS)	8	162	58,4	2,9	49
Venezuela (Tiefland) (MUELLER-DARSS)	86	165	59,8	3,0	50

¹ In den Jahren 1970/71 sind in den tropischen Tieflagen des Inlandes von Venezuela eingehende Studien zum Problem Leistungsfähigkeit / praktische Arbeitsbelastung / optimale Pausengestaltung / Arbeitsbedingungen / Methoden / Klima durchgeführt worden (FAO-Trust-Fund-Projekt). Diese Studien befinden sich in der Auswertung und sollen zu einem späteren Zeitpunkt veröffentlicht werden.

Als Maß der Leistungsfähigkeit dient die maximale O_2 -Aufnahmefähigkeit, die submaximal im Stufentest gemessen und nomographisch nach P. O. ÅSTRAND ermittelt wurde. Sie beträgt im Durchschnitt 2,7 Liter/min (siehe Tab. 1). Damit liegen die Versuchsarbeiter unter dem Normalbereich entsprechender Personen aus Europa (ca. 3,5 l/min [1]), deren Werte allerdings bei Handkurbelarbeit gemessen wurden.

Wegen der Bedeutung des Blutstatus für den Sauerstofftransport und damit für die Leistungsfähigkeit wurde für alle Testpersonen der Hämoglobingehalt (\bar{O} 13,8 Hb g/100 ml), der Hämatokritwert (\bar{O} 40 %) und nomographisch die mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten, MCHC, (\bar{O} 34,3) ermittelt. Nur ein Arbeiter war deutlich anämisch.

Klima

Suriname liegt zwischen dem 2. und 7. Grad nördlicher Breite und besteht vorwiegend aus Tiefland. Die klimatische Situation für körperliche Arbeiten erscheint daher recht ungünstig.

Die beiden Untersuchungsorte Singrilanti (Pinus-Bestand) und Patamacca (trop. Primärwald) zeigen einen deutlichen Unterschied in der klimatischen Situation. Die hohen Temperatur-Maxima in Singrilanti ergeben mit relativ geringer Feuchte eine niedrigere Wärmelast (2) als in Patamacca. Würde man die klimatische Situation durch die Effektiv-Temperatur ausdrücken, so erhielte man eine ähnliche Relation. Die etwas höheren Windgeschwindigkeiten in Singrilanti (0 bis 1,17 m/sec, \bar{O} 0,37 m/sec) geben neben der geringeren Feuchte eine zusätzliche Verminderung der Wärmelast.

Die Maxima werden nicht zur Mittagsstunde, sondern erst am frühen Nachmittag erreicht und fallen dann nur langsam; somit ist der Nachmittag die Tageszeit mit der höchsten Wärmelast. Die teilweise eingeführte Arbeitszeitregelung in Suriname, nach welcher vom frühen Morgen an nicht länger als bis 14.00 Uhr gearbeitet wird, ist daher als sehr günstig anzusehen. Es sollte untersucht werden, ob eine ähnliche Regelung auch für die Forstbetriebe getroffen werden kann.

Eine weitere, für die Wärmebilanz des Körpers bedeutsame Größe ist die eingestrahlte Wärmeenergie der Sonne.

Die durchschnittlichen Werte der Strahlungsenergie betragen für den Untersuchungsort Singrilanti im vollen Schatten 25 kcal/m² · h, im Halbschatten 100 kcal/m² · h und auf Sonnenflecken 300 kcal/m² · h.

In Patamacca wurden nur Wärmeenergiemengen zwischen 0 und 50 kcal/m² · h gemessen. Nach den Erfahrungen aus den erwähnten vorhergegangenen Untersuchungen in Venezuela sind solche Werte im Hinblick auf den Kreislauf nicht von Belang. Eine eingehende Berücksichtigung der Wärmeenergiemenge aus der Sonneneinstrahlung als leistungsrelevanter Faktor ist bei der Veröffentlichung der Untersuchungen aus Venezuela vorgesehen.

Beschreibung der Situation an den Arbeitsorten

Singrilanti

Die Topographie von Singrilanti ist praktisch eben. Das Gebiet ist durchzogen von großflächigen Sandbänken, die teilweise mit Kiefern aufgeforstet sind. Die Untersuchungen wurden in einem 10,5-jährigen Bestand von *pinus caribaea* var. *hondurensis* bei der Durchforstung durchgeführt. Zum Zeitpunkt der Fällung hatten die Kiefern einen durchschnittlichen Brusthöhendurchmesser (dbh) von 17,5 cm. Es wurden ca. 30 % der Stämme entnommen.

Der Boden im Bestand war mit einer durchschnittlich 5 cm starken Rohhumusauf-
lage bedeckt. Der Unterwuchs war vorher weitgehend beseitigt, so daß nur eine sehr
geringe Behinderung gegeben war.

Laut Arbeitsauftrag waren die Kiefern lediglich zu fällen und nicht aufzuarbeiten.
Da kein Abtransport der Bäume vorgesehen war, entfiel die Beachtung einer einheit-
lichen Fällrichtung. Nur an den Wegerändern entstanden bisweilen Mehrarbeiten
wegen der notwendigen Beseitigung von Stämmen und Zweigen.

Es wurde ausschließlich mit Handgeräten gearbeitet. Dabei wurden zum Fällen
entweder eine 2-kg-Axt (1,8 kg Metallgewicht) oder eine Einmann-Bügelsäge (Marke
Sandvik) oder eine Jiri-Säge verwendet. Bei jedem dieser Geräte wurde immer eine
Machete mitgeführt, um Unterwuchs zu beseitigen und ggf. starke Borke abzuschlagen.
Die Arbeiter arbeiteten unabhängig voneinander. Gelegentlich nahmen sie für Hänger
nachbarliche Hilfe in Anspruch.

Patamacca

Patamacca war der zentrale Einsatzort eines großen forstlichen Exploitationsunter-
nehmens der Firma Bruynzeel, Paramaribo. Es bestand nur eine Verbindung über den
Wasserweg. Durch die abgeschiedene Lage handelte es sich fast ausschließlich um einen
Primärwald (tropisch wechselfeuchter Typ). Die Oberfläche dieses Gebietes war stark
hügelig mit Hangneigungen bis zu 35 %. Der Wald war relativ gut begehbar, die
Oberfläche etwas feucht.

Tabelle 2

Exploitierte Baumarten im Primärwald von Patamacca

Name	Handelsname	Ø Holzvolumen je ha cbm	Volumenprozent von allen eingeschlagenen Baumarten
<i>Dicorynia guianensis</i>	Basralocus	4,00	50
<i>Peltogyne</i> sp.	Purperhart	2,00	25
<i>Ocotea rubra</i>	Wana	0,66	8
<i>Platonia insignis</i>	Geelhart	0,66	8
<i>Virola surinamensis</i>	Baboen		
<i>Goupia glabra</i>	Kopie	0,34	4
<i>Diploptropis purpurea</i>	Zwarte Kabbes	0,34	4
<i>Andira coriacea</i>	Rode Kabbes		
		8,00 cbm/ha	

Beim Holzeinschlag handelte es sich um eine vollständige Exploitation bestimmter
Baumarten, die in Tabelle 2 mit ihrem prozentualen Volumenanteil beim Einschlag
aufgeführt sind. Die durchschnittliche Zahl der zu fällenden Bäume betrug pro ha ca.
3 Stück. Es fiel eine Holzmasse von Ø 2,6 fm je Baum an.

Die Fällung wurde von drei 3-Mann-Rotten durchgeführt.

Die Rottenführer suchten die auf einer Karte eingezeichneten Bäume (aus vorher-
gehender Inventur) auf und notierten nach der Fällung die entsprechenden Holzmaße.
Die Motorsägenführer (ausgerüstet mit Motorsägen vom Typ Stihl 070 (AV), Be-
triebsgewicht 14 kg, 69 cm Schwertlänge) besorgten die Fällung und das Einschneiden
und entschieden über anzulegende *Fluchtpfade*, die sich aus der Fällrichtung ergaben.
Außerdem trugen sie ihre MS grundsätzlich selbst. Der dritte Mann der Rotten —
Ol-Mann genannt — transportierte Betriebs- und Schmierstoffe für die Säge, betankte
die Säge und hatte außerdem den Stammsfuß zu reinigen, den Arbeitsplatz des MS-
Führers für den Fällschnitt zu säubern und die Fluchtwege anzulegen.

Methodik und Umfang der Untersuchungen

Bei den Untersuchungen wurden Zeitwerte, Leistungswerte, Klimawerte und physiologische Werte gemessen.

Zeitwerte

Die Zeitwerte wurden im Fortschrittszeitverfahren mit Nachläuferstoppuhren aufgenommen. Die Studien waren nach den üblichen Gesichtspunkten gegliedert.

Der gesamte Umfang der Zeitstudien, die mit physiologischen Studien kombiniert waren, beläuft sich auf knapp 23 Stunden.

Leistungswerte

Für die Handarbeitsgeräte wurde die geschnittene Holzfläche der Stämme als Leistungseinheit gewählt. Eine volumenmäßige Aufnahme erfolgte nicht. — Bei der Arbeit mit der Motorsäge galt das eingeschlagene Holzvolumen als Leistungseinheit.

Klimawerte

Gemessen wurden Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Wind und Wärmeenergie der Sonnenstrahlung. Die verwendeten Geräte waren ein Aspirationspsychrometer, ein Windwagemesser und ein Steradiometer.

Physiologische Werte

Kriterien für die physische Belastung sind das Kreislaufverhalten (Puls) und der Energieverbrauch². Die Pulsfrequenz unter Belastung steht in ursächlichem Zusammenhang mit dem Energieverbrauch, ohne dessen Messung ersetzen zu können. Sie erlaubt (über die Aussagefähigkeit des Energieverbrauchs hinaus), Belastungen durch sog. *statische* Arbeitsanteile zu erkennen. — Die Energieausgabe ist ein objektives Maß für eine obere Grenze der Betätigung: Ein Mensch darf auf die Dauer nicht mehr Energie verbrauchen, als er durch die Nahrung aufnimmt.

Arbeitsuntersuchungen werden teils nur mit Pulsbeobachtung oder Energieverbrauchsmessung, teils mit beiden Verfahren durchgeführt. Bei den Untersuchungen in Suriname war es zur grundsätzlichen Klärung der Arbeitssituation notwendig, beide Verfahren in Kombination anzuwenden.

Die Pulsfrequenz wurde nach dem EKG-Prinzip mittels Elektroden und tragbarem Sender aufgenommen und an der Empfangsstation mit einem Linienschreiber automatisch registriert (HELLIGE-Telemetrie-Anlage). Die mögliche Sendedistanz von ca. 700 m bei hügeligem Gelände (tote Winkel) im Primärwald war in allen Fällen ausreichend. Die gesamte Dauer der Pulsfrequenzaufnahme belief sich auf ca. 41 Stunden. In typischen Phasen des Arbeitsablaufes wurden Energieverbrauchsmessungen durchgeführt. Ventilationswerte und Atemproben wurden mit der tragbaren Respirationsgasuhr nach MÜLLER-FRANZ aufgenommen, die Atemproben auf O₂-Verbrauch und CO₂-Produktion nach der chemischen Methode mit einem Mikroscholander-Gerät analysiert.

² Alle Angaben in kcal netto, d. h. abzüglich Grundumsatz.

Die Respirationsversuche dauerten im Durchschnitt jeweils 24 Minuten; insgesamt wurden während 380 Minuten Fällungsarbeit Respirationswerte aufgenommen.

Neben der Messung physiologischer Werte im normalen Arbeitsablauf wurden Arbeitsversuche (Arbeitsexperimente) durchgeführt. Hierfür sind Arbeitselemente ausgewählt worden, bei welchen hohe Belastungen vermutet wurden und die im normalen Ablauf einen großen Zeitanteil hatten. Es waren beim Fällen mit Handgeräten: Gehen mit Gerät und Fällen mit der Axt und mit Handsägen.

Die Motorsägenführer wurden während des Gehens mit Motorsäge und während des horizontalen und des vertikalen Schneidens untersucht. Der Umfang der Arbeitsuntersuchungen belief sich bei 27 Einzelstudien auf 150 Minuten.

Ergebnisse

Die gewonnenen Meßwerte werden nach den Gesichtspunkten *Zeitverbrauch, Leistung, physischer Aufwand* und — als schlußfolgerndes Ergebnis — *physiologisch vertretbare Leistungen* dargestellt.

Der Zeitverbrauch

Die Zeiten für die drei untersuchten Typen der Fällungsarbeit sind in Tabelle 3 zusammengefaßt und in Prozenten von der Gesamtzeit dargestellt.

Rüstzeiten für die Handarbeiten entfallen, weil die Studien jeweils mit dem eigentlichen Arbeitsbeginn angefangen wurden. Sie spielen keine Rolle, weil die Arbeiter gewöhnlich mit vorbereitetem Werkzeug am Arbeitsort erschienen. Entsprechend des Arbeitsauftrages entfiel die Aufarbeitung der gefällten Bäume.

Unter *Order-Pause* sind Zeiten eingetragen, welche die Arbeiter entsprechend der jeweiligen Kreislaufsituation (aus der fortlaufenden Pulsbeobachtung) nach Anweisung als Ruhezeit während der Arbeit einschalten mußten.

Tabelle 3

Zeitbedarf bei der Fällarbeit
(Werte in Prozent der Gesamtzeit)

Rü- sten	Vorbereitung zum Fällen			Fällen					Aufarbeiten		Pausen und Verteilzeiten				
	Baum auf- suchen	Platz säu- bern	Fäll- richtig- best.	Vor- schnitt	Wech- seln	Fäll- schnitt	Hän- ger z. F. b.	Nach- bear- beiten	Verti- kal- sägen	Lau- fen	Order- Pause	tvp ¹	tvs ²		techn. Störg.
													arb. abh.	arb. unabh.	
Fällen von <i>Pinus carribea</i> mit Axt															
	8,5	10,5				40,4	5,7	0,5			27,4	1,0	0,9	5,1	
Fällen von <i>Pinus carribea</i> mit Bügelsäge															
	10,3	26,4		12,0	1,9	12,9	0,1	1,2			35,2				
				26,8											
Fällen mit Motorsäge im Primärwald (Zeiten für MS-Führer in 3-Mann-Rotte)															
	1,8	18,5	6,9			15,4			13,3	13,1		0,2	22,0	6,1	2,7

¹ tvp = persönliche Verteilzeit. — ² tvs = sachliche Verteilzeit.

Die Bestimmung der Fällrichtung spielte in dem relativ dichten Bestand eine wichtige Rolle und wurde sorgsam beachtet; für die Zeitaufnahme war sie jedoch nicht vom *Baum aufsuchen* und *Platz säubern* zu trennen. Der Zeitbedarf für *Hänger zu Fall bringen* ist bei der Axtarbeit deutlich höher: Der mit der Säge angelegte Fallkerb erlaubt eine genauere Einhaltung der Fällrichtung bzw. das Vermeiden von Hängern und damit eine Zeitersparnis gegenüber der Axt.

Als große Erschwernis bei der Fällung mit der Handsäge erwies sich der sehr starke Harzfluß der Kiefern. Für die Studien war im Arbeitsablauf bestimmt, daß die Arbeiter einen Topf mit Dieselöl und einen Putzlappen mitzuführen hatten. Während der *Order-Pause* wurde je Baum ca. 1 Minute für die Reinigung der Sägeblätter benutzt. Ohne diese häufige Reinigung war die Belastung unverhältnismäßig hoch bzw. die Leistung niedrig.

Tabelle 4
Zeitverbrauch bei der Fällarbeit
(in Prozent der Gesamtzeit)

	Vorbereiten zum Fällen	Fällen	Aufarbeiten	Pausen und Verteil- zeiten
Fällen von <i>Pinus caribea</i> mit Axt (Singrilanti)	19,0	46,6	./.	34,4
Fällen von <i>Pinus caribea</i> mit Bügelsäge (Singrilanti)	36,7	28,1	./.	35,2
Fällen mit Motorsäge im Primärwald (Patamarca)	27,2	15,4	26,4	31,0
inkl. Rüsten				

Beim Fällen mit der Motorsäge im Primärwald entfiel das *Platzsäubern*, da es von dem *Öl-Mann der Rotte* erledigt wurde. Bei der Fällung selbst konnte nicht die übliche Trennung zwischen Anlegen des Fallkerbs und Fällschnitt eingehalten werden. Die Formen der Stammfüße vieler Bäume verlangten eine von europäischen Vorstellungen abweichende Arbeitstechnik. Nach etlichen Probestudien erschien es am zweckmäßigsten, die Sägezeiten des Fällens zusammenzufassen. Eine *Order-Pause* entfiel, da sie vom physiologischen Bedürfnis her nicht notwendig war.

Bei der Fällung im Kiefernbestand bestehen zwischen *Axt* und *Handsäge* beträchtliche Unterschiede (Tab. 4). Relativ ist die Vorbereitung zum Fällen für die Arbeit mit der Axt wesentlich geringer als mit der Bügelsäge. Dies liegt vor allem daran, daß für das Fällen mit der Säge der Arbeitsplatz und der Stammfuß sehr viel gründlicher vorbereitet werden müssen (Platz zum Knien schaffen, Borke teilweise beseitigen). Dabei fällt für die Axt ein deutlich höheres Fällungszeitprozent an (absolut ist es niedriger). Faßt man Vorbereitung und Fällen zusammen, so bestehen zwischen Axt und Handsäge relativ fast keine Unterschiede mehr (65,6 % bzw. 64,8 %). Auffallend ist der gleiche Bedarf des Anteils an Ruhezeit.

Die Zeitverbrauchsprozente der beiden Motorsägenführer beim Holzeinschlag im Primärwald können im gewohnten Arbeitsablauf als normal angesehen werden. Die Unterschiede zwischen den beiden Arbeitern sind ausgeprägt, aber nicht groß.

Arbeitsleistungen

Während der Studien in Singrilanti war es wegen Personalmangels nicht möglich, die Baumängen zu messen. Daher können für die Fällung im Kiefernbestand keine Volumenangaben gemacht werden. Als Maß für die geleistete Arbeit dient hier die geschnit-

Tabelle 5

Leistungen für Axt und Bügelsäge
in Durchschnittswerten

	dbh o. R.	Schnittfläche je min bezogen auf	
		a. Gesamt- zeit (cm ²)	b. reine Hack- bzw. Sägezeit (cm ²)
Axt	17	103	253
Säge	16	59	195

tene Fläche. Für den Werkzeugvergleich zwischen Axt und Bügelsäge dienen die Daten in Tabelle 5.

Die Axt zeigt gegenüber der Bügelsäge einen eindrucksvollen Leistungsvorteil (+ 74 %). Dieser große Leistungsvorsprung innerhalb der Gesamtzeit läßt sich damit begründen, daß bei der Säge ein wesentlich höherer Zeitanteil für die Vorbereitung zum Fällen notwendig ist (Platz säubern und Borke abschlagen, siehe Tabelle 4). Er bleibt vermindert jedoch auch dann erhalten, wenn man die

Leistung auf die reine Fällzeit bezieht. Dieses überraschende und anderen Erfahrungen widersprechende Ergebnis ist mit dem erwähnten starken Harzfluß der Kiefern zu erklären.

Die Leistungen der Motorsägenführer (bzw. ihrer Rotten) sind in Festmetern eingeschlagenen Holzvolumens ausgedrückt.

Bei den Studien wurden Bäume mit einem Volumen von 0,8 bis 5,8 fm gefällt. Wie der Durchschnittswert zeigt, sind die starken Bäume selten.

Tabelle 6

Holzmassen und Leistungen beim Einschlag im Primärwald
(Durchschnittswerte aus allen Studien)

VP	fm/Baum	Leistung fm/Std.	Zeitbedarf je fm Fällen min	Zeitbedarf je fm Einschneiden min	Zeitbedarf je fm Fällen und Einschneiden min
POMPEA	2,7	15,7	0,57	0,75	1,31
JATRIS	2,5	13,7	0,95	0,67	1,61
POMPEA und JATRIS	2,6	14,7	0,76	0,71	1,46

Die Volumenleistung je Stunde ist relativ hoch. Nach der Betriebsstatistik schlägt *Pompea* im Jahr rund 15 000 fm ein, *Jatris* die Hälfte. *Pompea* gilt als unerreichbar leistungsfähigster Arbeiter im Land. *Jatris* entspricht dem durchschnittlichen Arbeiter mit längerer Arbeitserfahrung. Die spätere energetische Betrachtung wird zeigen, daß *Pompea* diese Leistungen durch Geschicklichkeit und Können und nicht durch eine überlegene Konstitution erreicht.

Physischer Aufwand bei der Fällungsarbeit

Singrilanti

Bei der Untersuchung der physischen Belastung für die Arbeit mit Axt und Bügelsäge ist zunächst mit orientierenden Pulsstudien der Arbeitsablauf überprüft worden, um festzustellen, welche Pausenlängen je gefällttem Baum durchschnittlich erforderlich sind. Dabei wurde davon ausgegangen, daß für den Kreislauf eine Dauerbelastungs-

Tabelle 7
Belastungsdaten für die Fällung mit Axt und Bügelsäge

	Arbeitspulse/min		Energieverbrauch kcal/min	
	Axt	Säge	Axt	Säge
Versuch 1	131	135	5,7	4,5
Versuch 2	137	138	7,1	4,7
Versuch 3	127	117	5,6	4,6
Versuch 4	137	130	7,1	4,4

höhe sicher nicht überschritten wird, wenn in den erwähnten regelmäßigen Kurzpausen über längere Zeit etwa die gleichen Pulsminima erreicht werden bzw. nach Beendigung der Arbeit der Kreislauf keine ausgeprägte Erholzeit benötigt. Physiologisch bedeutet dies, daß die Pausen für den Abbau eventuell entstandener Ermüdungsreste im Körper ausreichend sind. — In diese Pulsstudien wurden Respirationsversuche eingeschaltet, um gleichzeitig den zweiten leistungsbegrenzenden Wert (Energieverbrauch) festzustellen.

Für die vier Versuchsarbeiter ergaben sich beim Fällen mit der Axt und mit der Handsäge in der Kreislaufbelastung sehr ähnliche Werte. Der Energieverbrauch jedoch wies einen Unterschied zwischen den Werkzeugen aus (Tab. 7).

Beim Fällen mit der Axt verbrauchten die Arbeiter deutlich mehr Energie in der Zeiteinheit als mit der Säge, ohne dabei eine entsprechend höhere Kreislaufbelastung aufzuweisen. Dieses ist im Bewegungsablauf und der Körperhaltung bei der Arbeit begründet: Die Arbeit mit der Säge hat einen ausgeprägten statischen Belastungsanteil.

Arbeitsversuche beim Fällen mit Handarbeitsgerät

Um den Untersuchungen einen allgemeineren Wert zu geben und die Bindung der Werte an einen bestimmten Arbeitsablauf zu vermeiden, wurden Arbeitsversuche für das *Geben mit Gerät im Bestand*, *Fällen mit der Axt*, *Fällen mit der Bügelsäge* und *Fällen mit der Jiri-Säge* durchgeführt. Hierbei sind nur die wichtigsten, d. h. relativ hohe Energie erfordernden Arbeitselemente berücksichtigt worden (Tab. 8).

Tabelle 8
Arbeitsversuche zur Fällungsarbeit mit verschiedenem Handwerkszeug in Singrilanti

Versuch	Fällen mit								
	kcal/min	Axt ¹ Schläge/ min	cal/Schlag	Bügelsäge			Jiri-Säge		
				kcal/min	cm ² /min	cal/cm ²	kcal/min	cm ² /min	cal/cm ²
1	7,3	24	311	8,0	178	49,9	5,2	108	48,2
2	9,6	26	377	4,5	101	44,5	6,4	126	50,8
3	9,8	22	445	6,2	126	49,2	5,1	107	47,7
4	9,2	26	354	5,7	163	35,9	—	—	—
Durchschnitt	9,0	25	372	6,1	142	44,9	5,6	114	48,9

¹ Bei den Arbeitsversuchen mit der Axt war eine Messung der Leistung nicht möglich. Für einen Gerätevergleich kann der aus Tabelle 8 abgeleitete Richtwert von 35,6 cal/cm² dienen.

Arbeitsversuche beim Gehen mit Arbeitsgerät

Bekanntlich ist das Gehen physiologisch gesehen eine relativ schwere Arbeit, da es dem Transport erheblichen Gewichtes entspricht. *Gehen mit Gerät im Bestand* ist ein bisweilen deutlich *erschwertes Gehen*, weil die Bodenoberfläche und das Gewicht des Geräts eine erhöhte Beanspruchung darstellen.

Bei Durchforstungsarbeiten müssen häufig weite Wegstrecken zurückgelegt werden. Daher wurden für die beiden Arbeitsorte Singrilanti und Patamacca Arbeitsversuche über das Gehen unter Normalbedingungen durchgeführt.

Im ebenen Pinus-Bestand von Singrilanti betrug die Gehgeschwindigkeit für drei Arbeiter ϕ 46,3 m/min (= 2,8 km/h). Es wurde mit normalem Arbeitsgerät (2-kg-Axt + Machete) zuzüglich 5 kg Instrumentenbelastung gegangen und gemessen. Die kalorischen Werte sind in Tabelle 9 aufgeführt.

Tabelle 9

Kalorische Werte aus Arbeitsversuchen für „Gehen mit Gerät im Bestand bei Normaltempo“ für drei Versuchsarbeiter in Singrilanti

Energieverbrauch in der Zeiteinheit		Energieverbrauch im Verhältnis zur Gehstrecke	
kcal/min		cal pro m	mögliche Strecke in m für 1 kcal Verbrauch
4,0	} 4,0	74	} 11,7
3,5		88	
4,4		98	
Durchschnitt: 4,0 kcal/min		87 cal/m	11,7 m

Patamacca

In Patamacca waren beim Holzeinschlag 3-Mann-Rotten eingesetzt. Sie bestanden jeweils aus dem Leiter der Rotte mit der Aufgabe, die einzuschlagenden Bäume festzustellen und nach der Fällung zu vermessen, dem Motorsägenführer und dem Träger der Schmier- und Betriebsstoffe (Ol-Mann). Vorstudien und gutachtliche Schätzungen ergaben, daß der Motorsägenführer das physisch höchstbelastete Rottenmitglied war. Daher sind alle Messungen ausschließlich an zwei Motorsägenführern des Exploitationsbetriebes vorgenommen worden.

Die oben beschriebenen Leistungen der Motorsägenführer legten die Vermutung nahe, daß sie mit einem hohen physischen Aufwand arbeiten müssen. Es zeigte sich jedoch, daß der MS-Führer mit der höchsten Leistung, *Pompea*, während der Arbeit sowohl einen hohen Durchschnitt als auch hohe Spitzenbelastungen des Kreislaufs zu vermeiden wußte. *Jatris* wies während der Studien hohe Belastungen auf. Die physiologischen Belastungswerte sind in Tabelle 10 zusammengestellt.

Der Arbeiter *Pompea* hielt während der Respirationsversuche seine normale Arbeitsintensität ein. *Jatris* hatte unter dem Eindruck der Untersuchung offensichtlich seine Leistungen über sein Normalniveau erhöht.

Arbeitsversuche zur Fällungsarbeit

Fällen und Einschneiden: Es sind Arbeitsversuche über die Sägearbeit und das Gehen mit Motorsäge durchgeführt worden. Die Sägearbeit wurde entsprechend den Verhältnissen gegliedert in horizontales Sägen eines Stammes auf normaler Fällhöhe (= 120

Tabelle 10

Werte der Kreislaufbelastung und des Energieverbrauchs für zwei MS-Führer beim Einschlag im Primärwald

VP	kcal/min	Durchschnittlicher Arbeitspuls	Maximaler Puls
POMPEA	3,1	102	122
POMPEA	3,1	108	142
POMPEA	3,7	111	138
POMPEA	3,6	112	143
Durchschnitt	3,4	108	—
JATRIS	5,0	—	—
JATRIS	4,3	128	151
JATRIS	4,6	131	143
Durchschnitt	4,6	130	—

Tabelle 11

Energieverbrauch beim Schneiden mit Motorsägen

	Horizontales Sägen	Vertikales Sägen
	kcal/min	kcal/min
POMPEA	5,6	3,9
POMPEA	5,2	—
JATRIS	4,4	2,6
JATRIS	4,3	3,1

bis 150 cm) und vertikales Sägen mit Einschnitthöhe von 60 cm. Die ermittelten Daten sind in nebenstehender Tabelle 11 enthalten.

Bei diesen Versuchen war es nicht möglich, Meßgrößen zu erheben, die eine Beziehung zwischen Aufwand und Leistung herstellen lassen. Daher sind die Daten nur bedingt verwendbar.

Gehen mit Gerät im Bestand: Die Topographie im Primärwald Patamarca ist mit Steigungen bis zu 35 % stark hügelig. Wenn man die bei der täglichen Arbeit anfallende Flächengröße berücksichtigt,

kann man mit vollständiger Mischung aller Steigungen und Gefälle bis zu 35 % beim Begehen rechnen. Um diesem Umstand gerecht zu werden, wurden hier die Arbeitsversuche in drei Gruppen eingeteilt: a. Bergauf-Gehen mit 35 % Steigung – b. Gehen auf ebenem Gelände – c. Bergab-Gehen mit 35 % Gefälle. Versuchspersonen waren zwei Motorsägenführer, die entsprechend der Normalsituation ihre Motorsägen auf

Tabelle 12

Kalorische Werte aus Arbeitsversuchen für „Gehen mit Gerät im Bestand bei Normaltempo“ für zwei Versuchsarbeiter in Patamarca

	Energieverbrauch in der Zeiteinheit		Energieverbrauch im Verhältnis zur Gehstrecke			
	kcal/min		cal je m	mögliche Strecke in m für 1 kcal Verbrauch		
1. Bergab	2,7	} 2,7	85	} 94	11,9	} 10,8
	2,7		102		9,6	
2. Eben	4,1	4,1	79	79	12,7	12,7
3. Bergauf	7,4	} 7,1	224	} 215	4,5	} 4,7
	6,8		206		4,9	
Durchschnitt 1-3:	4,6 kcal/min		129 cal/m		9,4 m	

Tabelle 13

Geländevergleich für Singrilanti und Patamacca aus Daten der Gehversuche

	Durchschnittlicher Energieverbrauch kcal/min	Geschwindigkeit m/min	cal pro m	Mögliche Strecke in m mit 1 kcal
Singrilanti	4,0	46	87	11,7
Patamacca	4,6	38	129	9,4

Tabelle 14

Energieverbrauch für Gehen in verschiedenem Gelände

	„Eben“ Singrilanti	„Eben“ Patamacca	Gefälle Patamacca	Steigung Patamacca
cal pro m Weg ..	87	79	94	215

der Schulter trugen. Wegen des z. T. rutschigen Untergrundes neigten die Arbeiter dazu, bergab etwas langsamer zu gehen (29 m/min) als bergauf (33 m/min). Naturgemäß wurde beim Gehen auf ebenem Gelände im Normaltempo die höchste Geschwindigkeit gemessen (52 m/min). Tabelle 12 enthält die Energie-Verbrauchswerte und einige Maßzahlen für die Anschätzung von Geheleistungen.

Der durchschnittliche Energieverbrauch von 4,6 kcal/min zeigt, daß das Gehen mit Arbeitsgerät eine ähnliche energetische Belastung bedeutet wie die Fällarbeit. Allerdings treten beim Fällen höhere Kreislaufbelastungen durch statische und nervöse Anteile auf.

Zum Abschluß seien die Werte für die Arbeitsversuche über das Gehen aus den beiden Untersuchungsorten zusammengefaßt und gegenübergestellt wiedergegeben. Der durchschnittliche Energie-Verbrauch je Meter Wegstrecke bei normaler Gehgeschwindigkeit ist das beste Maß für Vergleiche, um die Variation im Gelände zu charakterisieren. Verglichen mit den Werten aus dem ebenen Kiefernbestand in Singrilanti mit allerdings leichterem Arbeitsgerät sind die Verhältnisse im hügeligen Primärwald energetisch ungünstiger.

Geringere Gehgeschwindigkeit und höherer Energieverbrauch je Streckeneinheit in Patamacca sind vor allem auf die Topographie zurückzuführen, da sowohl das Gehen an Steigungen als auch im Gefälle einen höheren Energieverbrauch (je Streckeneinheit) zur Folge hat als im ebenen Gelände.

Der Unterschied zwischen *eben* in Singrilanti und Patamacca wird auf den weichen Untergrund in Singrilanti zurückgeführt.

Physiologisch vertretbare Leistungen

Als physiologisch vertretbar ist die Leistung anzusehen, die ein gesunder und trainierter Mensch auf Grund seiner Organleistungen und Anatomie bei einer gegebenen täglichen Arbeitszeit für die Dauer seines gesamten Arbeitslebens ohne gesundheitliche Beeinträchtigungen vollbringen kann. In Begriffen wie *Normalleistung* nach REFA (3) und *Lebensleistung* nach HILF (4) ist derselbe Gedanke enthalten; es geht hier um die Frage nach der möglichen Arbeitsbelastung oder der Dauerleistungsgrenze. Bei körperlicher Schwerarbeit steht daher der physiologische Aspekt an vorderster Stelle.

Für die Beurteilung der Belastungshöhe werden — wie erwähnt — die leistungsbegrenzenden Kriterien *Kreislaufbelastung* und *Energieverbrauch* benutzt. Beide sind ursächlich miteinander verbunden, man kann jedoch nicht von einem auf das andere schließen (siehe Tab. 7). Als Meß- und Beurteilungsgrößen haben sie verschiedene Aspekte.

Für die mögliche Höhe der Pulsfrequenz gibt es normative Vorstellungen (z. B. 35 Schläge/min über Ruhepuls im Durchschnitt). Sie dient bei Untersuchungen zunächst dem Auffinden von Anhäufungen belastender Arbeitselemente (physiologische Arbeitsablaufstudie); letztere werden auf organisatorischem und technischem Weg beseitigt. Sodann dient die Pulsstudie zur Ermittlung der notwendigen Pausen, die meist als Arbeitsunterbrechungen in den Ablauf eingebaut werden. Somit kann die Pulsfrequenz also einmal der grundsätzlichen Beurteilung einer gesamten Arbeit dienen und zum anderen der Diagnostik und Gestaltung in den einzelnen Arbeitsphasen. In dieser Weise ist sie in der vorliegenden Arbeit verwendet worden.

Das zweite leistungsbegrenzende Kriterium ist der Energieverbrauch. Eine richtige Beurteilung der möglichen Energieausgabe kann nur von der Kenntnis der mit der Nahrung regelmäßig aufgenommenen Energie (quantitativ und qualitativ) ausgehen. Diese Information liegt für die creolischen Arbeiter in Suriname nicht vor. Daher kann über die mögliche Energieausgabe bei der Arbeit kein endgültiges Urteil gegeben werden. Trotzdem ist es möglich, einen realistischen Schätzwert anzusetzen, der auf folgenden Informationen beruht. In Europa sieht man einen Wert von 4800 kcal/Tag als obere Grenze des auf die Dauer möglichen Gesamtumsatzes an. Dem entspricht ein Energiedauerverbrauch von 2000 kcal/Tag für die Berufsarbeit. Es kann mit Sicherheit angenommen werden, daß die Ernährung in Suriname einen solchen Energieumsatz nicht erlaubt. Statistische Angaben über den lateinamerikanischen Raum bewegen sich zwischen 2000 und 3000 Gesamtkalorien je Tag für den Bevölkerungsdurchschnitt.

Tabelle 15

Gesamtkalorienaufnahme je Tag und Kopf der Bevölkerung für drei südamerikanische Länder (5)^a

	kcal/Kopf · d	Jahr der Erhebung
Brasilien ...	2650	1957
Venezuela ..	2300	1959
Columbien .	2200	1958

den Werten und haben im Vergleich mit dem europäischen Schwerarbeiterbedarf noch ein Defizit von rund 2000 kcal/Tag.

Menschen mit dieser Ernährung sind als Berufsarbeiter in der Forstwirtschaft nicht einsetzbar. Es ist jedoch bekannt, daß die Ernährungssituation bei der arbeitenden bzw. verdienenden männlichen Bevölkerung günstiger ist. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß diese Überlegungen nur für dauernd Beschäftigte und nicht für Saisonarbeiter (in Singrilanti) gelten.

Diese Umstände in Rechnung stellend wird im folgenden davon ausgegangen, daß verdienenden Arbeitern ca. 3200 kcal je Tag zur Verfügung stehen. Davon sind durchschnittlich 1600 kcal für den Grundumsatz abzuziehen (bei den untersuchten Arbeitern im Durchschnitt 1584 kcal/Tag). Neben der Arbeit ist außerdem ein Freizeitverbrauch

^a Eine physiologische Definition der Tabellenwerte ist nicht angegeben. Es wird unterstellt, daß der biologische Ausnutzungsgrad berücksichtigt worden ist, d. h., daß sie ohne Umrechnung als insgesamt verfügbare Kalorien verwendet werden können.

anzusetzen. In Europa werden hierfür 600 kcal/Tag (6) veranschlagt; dieser Betrag kann auch für die Verhältnisse in Suriname gelten.

Somit stehen für die Berufsarbeit rund 1000 kcal/Tag zur Verfügung. Das entspricht bei täglich 7stündiger Arbeitstätigkeit einem Minutenverbrauch von 2,4 Arbeits-kcal (der vergleichbare europäische Wert beträgt 4,8 kcal/min)⁴. Dieser Wert ist nicht für jeden Arbeiter streng verbindlich, sollte aber für den Durchschnitt zunächst als obere Grenze der Leistungsmöglichkeit gelten, bis eine genaue Kenntnis der Ernährungslage vorliegt.

Singrilanti

Die physiologisch vertretbaren Leistungen sind nach dem Kriterium *Energieausgabe* erheblich niedriger als nach der Beurteilungsgröße *Kreislaufbelastung*.

Axt: Eine vertretbare Kreislaufdauerbelastung erbrachte eine Schnittleistung von 100 bis 105 cm²/min. Diese Leistung erforderte jedoch den hohen kalorischen Aufwand von 6,1 kcal/min. Die energetisch vertretbare Leistung für den 7-Stunden-Arbeitstag betrug jedoch nur 41 cm²/min (bei 2,4 kcal/min).

Handsäge: Mit der Handsäge konnte eine Leistung von 45 cm²/min innerhalb der Dauerbelastungsgrenze für den Kreislauf erbracht werden. Mit dem möglichen Minutenverbrauch von 2,4 kcal/min konnten noch 34 cm²/min geschnitten werden.

Diese Werte dienen der Hochrechnung zum Anschätzen von möglichen Leistungen und besagen nichts über die optimale Arbeitsgeschwindigkeit für einzelne Arbeitsphasen.

Table 16

Physiologisch vertretbare Leistungen beim Fällen von *Pinus carribea* in Singrilanti mit Axt und Handsäge⁵

	IST Beziehung zwischen Leistung und Aufwand			SOLL Zumutbare Leistungen		= % vom IST
	kcal/min	cm ² /min	cal/cm ²	kcal/min	cm ² /min	
Axt	6,1	103	61,5	2,4	41	40
Handsäge	4,1	58	77,4	2,4	34	59

Patamacca

Die beiden untersuchten Motorsägenführer zeigten im Leistungsverhalten ein deutlich verschiedenes Bild.

Pompea konnte mit einem niedrigen, die Dauergrenze nie erreichenden Durchschnittspuls eine erhebliche Leistung erzielen. Auch sein Energieverbrauch war relativ gering, wenn auch nach dem gutachtlich angesetzten SOLL zu hoch.

Jatris hatte deutlich erhöhte Werte, ohne die Leistungen von *Pompea* entsprechend zu übertreffen. Offensichtlich hatte er unter dem Eindruck der Untersuchung sein Leistungsniveau erhöht. Das Pulsbild und die betrieblichen Durchschnittswerte bestätigen dies.

Tabelle 17 zeigt eine Gegenüberstellung der gemessenen Durchschnittswerte und der möglichen Werte der Arbeitsleistungen.

⁴ Der geläufige Wert von 4,2 kcal/min ist auf einen 8-Stunden-Tag bezogen!

⁵ Durchschnitte von 4 Arbeiten in 8 Versuchen. Alle Leistungsangaben sind auf die Gesamtzeit des normalen Arbeitsablaufes bezogen.

Tabelle 17

Physiologisch vertretbare Leistungen beim Einschlag im Primärwald von Patamacca mit Motorsäge

(Durchschnittswerte aller Respirationsversuche)

Arbeiter	IST Beziehung zwischen Leistung und Aufwand					SOLL Zumutbare Leistungen				
	kcal min	Ø Arb.- Puls	fm Std.	bei Ø fm Baum	kcal fm	kcal min	fm Std.	= % IST	= ca.	
									fm Tag	fm Jahr
POMPEA ...	3,4	108	18,6	2,4	11	2,4	13,1	70	92	18 400
JATRIS	4,6	130	17,4	2,7	16	2,4	9,1	52	64	12 800

Der Unterschied zwischen den beiden Arbeitern bezüglich aufgewendeter Energie je Leistungseinheit (IST) zeigt recht deutlich die Überlegenheit *Pompeas* in der Arbeitstechnik. Dies hat sich bereits in den Zeitwerten ausgedrückt (Tab. 6), wo der höhere Zeitbedarf für das Fällen bei *Jatris* auf Arbeitsfehler zurückzuführen war. Auch vom Augenschein her war *Pompeas* Arbeitsweise vorbildlich in Gleichmäßigkeit, Überlegtheit und Sicherheit im Umgang mit dem Gerät. Seine Meßwerte zeigen, welche Leistungsgewinne in einer guten Ausbildung liegen können. *Jatris* entspricht mehr dem tatsächlichen Durchschnitt, seine Werte können daher eher als allgemeine Normenvorstellungen dienen.

Erörterung der Ergebnisse

Die separate Betrachtung der aus kombinierten Messungen hervorgegangenen Werte hat gezeigt, daß man je nach Gesichtspunkt zu verschiedenartigen Aussagen kommen kann. Kernpunkt der vorliegenden Untersuchung bleibt die aus den Belastungsgrößen abzuleitende verantwortbare Arbeitsleistung.

Die *Zeitwerte* dienen hier nur zur Kennzeichnung des Arbeitsablaufes mit dem realen Zeitbedarf für die einzelnen Arbeitselemente.

Aus den *Arbeitsleistungen* im Zusammenhang mit dem *physischen Aufwand* allgemeine Werte abzuleiten, bereitet wegen der Variation in den Arbeitsabläufen und den Arbeitsbedingungen Schwierigkeiten. In der Tabelle 18 ist der energetische Aufwand für verschiedene Arbeiten aus europäischen Versuchen den Werten aus Suriname gegenübergestellt.

Die Unterschiede in den Daten lassen sich mit Verschiedenheiten einiger Einflüsse erklären (z. B. Technik beim Sägen). Außerdem ist der Vergleich zwischen den Werten der Gehversuche nur mit Einschränkungen möglich, weil die Versuche verschieden durchgeführt wurden.

Die Erörterung der *physiologisch vertretbaren Leistung* beantwortete die wichtige Frage, welche Faktoren in Suriname leistungshemmend wirken. Die eingangs erwähnte Vermutung, daß von der *Wärmelast* des z. T. ausgeprägt tropischen Klimas die entscheidende Beeinträchtigung des Leistungsvermögens zu erwarten sei, hat sich — wie die Ergebnisse zeigen — nicht bestätigt.*

* Es muß ausdrücklich erwähnt werden, daß die vorstehende Feststellung für die Situation der untersuchten Orte gilt. Da die Arbeiter im Halb- und Vollschatten gearbeitet haben, kam die Wärmeenergie der Sonnenstrahlung als belastender Faktor nicht zur Geltung. Diese hat, wie bei den erwähnten Untersuchungen in Venezuela festgestellt wurde, unabhängig von der Lufttemperatur einen ausgeprägten Einfluß auf das Kreislaufverhalten.

Tabelle 18

Daten aus verschiedenen Arbeitsversuchen im Vergleich zwischen Europa und Suriname

Tätigkeit	Europa			Suriname		
	Intensität	Energieverbrauch je Leistungseinheit	kcal/ min	Intensität	Energieverbrauch je Leistungseinheit	kcal/ min
Fällen						
Axt (2 kg)	33 Schläge/min 35 Schläge/min	390 cal/Schlag	13,0 10,0	25 Schläge/min	372 cal/Schlag	9,0
Bügelsäge (Schnitt hori- zontal)	177 cm ² /min	35 cal/cm ²	6,2	142 cm ² /min	45 cal/cm ²	6,1
Motorsäge (Schnitt hori- zontal)	keine Angaben		4,9 4,1	keine Messungen		4,9 3,2
Gehen						
eben	ohne Last auf Fichtennadel- boden	64 cal/m	4,3	A. Singrilanti: Nadelboden/8 kg Last 46 m/min 87 cal/m 4,0 B. Patamacca: Fester Waldboden 19 kg Last 52 m/min 79 cal/m 4,1		
bergauf (Europa 15 % Surin. 35 %)	1 km/h 2 km/h	220 cal/m 176 cal/m	3,7 5,9	2 km/h (19 kg Last) 215 cal/m 7,1 (= 33 m/min)		
bergab (Europa 15 % Surin. 35 %)		23 cal/m	1,9	1,7 km/h (19 kg) 94 cal/m 2,7 (= 28 m/min)		
<p>Quellen: 1. KAMINSKY, G.: Arbeitsphysiologische Grundlagen für die Gestaltung der Forst- arbeit, Hamburg 1959. — 2. SPITZER-HETTINGER: Tafeln für den Kalorienumsatz bei kör- perlicher Arbeit, Frankfurt a. M. 1959. — 3. DURNIN, J. V.; PASSMORE, R.; Energy, work and leisure, London 1967.</p>						

Als die in allen Fällen leistungsbegrenzende Größe erwies sich der mögliche Energieverbrauch, dessen Höhe indirekt bestimmt werden mußte. Bei der Arbeit wurde der begrenzende Wert bereits dann erreicht, wenn die Kreislaufsituation noch deutlich unter ihrem Belastungsgrenzwert lag. Dies liegt im vorliegenden Fall an der unzureichenden Ernährung. Untersuchungen der regionalen Ernährungssituation werden eines Tages erlauben, den Grenzwert präziser zu bestimmen.

Für die Saisonarbeiter in Singrilanti können weniger verbindliche Aussagen gemacht werden. Ihre mögliche Energieausgabe kann um so mehr über dem ermittelten Dauer-SOLL liegen, je kürzere Zeit sie beschäftigt sind. Es bedeutet jedoch nicht, daß sie um 100 % mehr belastet werden können, wenn sie nur jeweils ein halbes Jahr beschäftigt werden. Derartige Kalkulationen sind nicht zulässig⁷.

Bei allen Berechnungen darf die Kreislaufbelastung nicht außer acht gelassen werden. Sie bleibt die nächste limitierende Größe.

Die Holzfäller von Patamacca sind ganzjährig beschäftigt. Leistungsfähigkeit und Arbeitsbelastung müssen daher auf die Dauer in einem ausgewogenen Verhältnis

⁷ Die mögliche Überschreitung der energetischen Dauerleistungsgrenze bei Saisonarbeiten hängt von der Überschreitungsdauer ab. Maßzahlen: Für die Arbeiten von der Dauer einer Woche sind 21 % Überschreitung ohne Gefährdung möglich, für einen Monat nur noch 15 % (7).

stehen. Unvermeidliche kurzzeitige Überbelastungen sind immer zum frühestmöglichen Zeitpunkt zu kompensieren. Für die Arbeiter gilt die sogenannte *Dauerleistungsgrenze*, die in einer minütlichen Energieausgabe von 2,4 kcal besteht (als rechnerischer Dauerwert ohne Bezug zur gestellten Arbeit). Es war zu beobachten, daß diese Begrenzung während der Studien fast immer überschritten wurde. *Jatris* hatte unter dem Eindruck der Untersuchungen seine Leistungen erhöht, *Pompea* dagegen mit normalem Tempo und normaler Intensität gearbeitet, wobei aber auch er seine Leistungsfähigkeit erheblich überschritt. Dies bedeutet, daß er zwar in seinem arbeitstechnisch optimalen Tempo tätig gewesen ist, jedoch — ginge man von den Studien aus — seine tariflich vorgegebene Tätigkeitszeit insgesamt reduziert werden müßte. Er wird also weiterhin mit einem minütlichen Energieverbrauch von ca. 3,4 kcal *tätig* sein, sollte jedoch in seiner auf lange Zeit berechneten kalorischen Belastung einschließlich der Pausen und Verteilzeiten nicht über 2,4 kcal/min hinausgehen. Vergleicht man nun aber die aus den Studien abgeleiteten SOLL-Leistungen mit der betrieblichen Wirklichkeit, so sieht man, daß die Arbeiter offensichtlich ihre gesamte Energieausgabe in den notwendigen Grenzen halten. Man kann davon ausgehen, daß je Jahr in einem tropischen Exploitationsbetrieb 1200 *Tätigkeitsstunden* anfallen.*

Rechnet man die IST-Leistung nicht mit den Tarifzeiten, sondern mit den effektiven Tätigkeitszeiten der Studien hoch, so hat *Pompea* eine Jahreseinschlagsleistung von über 22 000 fm, während dieselbe Rechnung mit den SOLL-Leistungen knapp 16 000 fm ergibt. Nach der Betriebsstatistik hat er durchschnittlich 15 000 fm eingeschlagen, d. h. er wird im täglichen Mittel tatsächlich nur etwas mehr als 5,5 Stunden Fällungsarbeit verrichtet haben.

Tabelle 19

Gegenüberstellung von tatsächlichen und aus den Studien abgeleiteten Arbeitsleistungen beim Einschlag in Patamacca

	Betriebszahlen fm/Jahr	Leistungszahlen aus Studien für 1200 Arbeitsstunden/Jahr (= 6 Stunden/d)		SOLL reduziert für 1100 Arbeitsstunden/ Jahr (= 5,5 Stunden/d)
		aus IST-Zustand	aus SOLL-Zustand	
POMPEA	15 000	22 320	15 700	14 400
JATRIS	7 500	20 880	10 900	10 000

Vergleicht man für *Jatris* die Leistungswerte aus Studien und Statistik, so zeigt sich, daß er nicht wie *Pompea* im Bereich der SOLL-Leistung, sondern darunter liegt. Er wird wahrscheinlich im Jahresdurchschnitt höhere Verteilzeiten (technische Störungen, sachliche und persönliche Verteilzeiten) als während der Studien haben.

Die je fm aufgewendete Energie beträgt für *Pompea* 11 kcal und für *Jatris* 16 kcal. Bringt man diese Werte mit den vom Betrieb für beide Arbeiter ermittelten Jahresleistungen in Beziehung, so ergibt sich ein durchschnittlicher täglicher Arbeits-Energieverbrauch von etwas über 800 kcal für *Pompea* und von rund 600 kcal für *Jatris*. Damit liegen beide Arbeiter unterhalb der angegebenen energetischen Belastungsgrenze (1000 kcal/d). — Es zeigt sich, daß *Pompea* auch bei einer täglichen Gesamtkalorienaufnahme von rund 3000 noch eine ausgeglichene Energiebilanz gehabt hätte. — Die endgültige Beurteilung des möglichen Energiedauerverbrauchs würde nur eine Untersuchung der Ernährungslage der Arbeiter erlauben.

Es soll hier noch einmal hervorgehoben werden, daß der Arbeiter *Pompea* bezüglich seiner Leistung, die auf einer ungewöhnlich hohen Effektivität beruht, für Suriname

* 200 Arbeitstage bei einer täglichen Arbeitszeit von 6 Stunden (8).

eine Ausnahme bildet und daher nicht für allgemeingültige Berechnungen herangezogen werden kann. *Jatris* entspricht mit seiner betrieblichen IST-Leistung von 37,5 m³ je Tag den realen Verhältnissen des Landes, wie sie auch von BENDS und JÄRVHOLM (8) angegeben werden (35—40 m³/d in Suriname, 25—60 m³/d als Durchschnitt der Holzerntebetriebe in tropischen Regenwäldern aller Regionen).

Schlußfolgerungen

Am Beispiel des Exploitationsbetriebes in Patamacca konnte gezeigt werden, welchen ökonomischen Wert die arbeitstechnische Beherrschung der Forstarbeit besitzt. Die Überlegenheit in der Produktion von *Pompea* gegenüber *Jatris* betrug ca 45 % (abgeleitet aus dem *Arbeits-Wirkungsgrad*, d. h. dem energetischen Aufwand für die Produktionseinheit [siehe auch Tab. 17, Spalte 5 und 7]). Anschaulicher ausgedrückt bedeutet dies, daß *Pompea* auf Grund seiner arbeitstechnischen Überlegenheit je Jahr rund 5000 fm mehr als *Jatris* einschlagen kann (in der Betriebsstatistik sind es ca. 7500 fm/Jahr). — Dies kann als Anhalt dienen, welcher Aufwand für die Ausbildung ökonomisch sinnvoll getrieben werden kann.

Die Verhältnisse der mangelhaften Ernährungssituation, wie sie in Tabelle 15 für einige lateinamerikanische Länder dargestellt sind, gelten für einen großen Teil der Weltbevölkerung. Für diese Menschen muß also die Leistungsmöglichkeit im Vergleich zum vollernährten Menschen erheblich niedriger angesetzt werden. Dies wirkt sich für einen Betrieb um so mehr aus, je qualifizierter die Arbeiter sind. Die nächstliegende Konsequenz für die Praxis ist daher, nach Möglichkeit den Arbeitern von seiten des Betriebes zusätzliche Ernährung anzubieten. Diese sollte täglich rund 1000 Arbeitskalorien enthalten. Der Aufwand kann in einem sehr günstigen Verhältnis zum Erfolg



Abb. 1. Offener Rand des Primärwaldes an einem Lagerplatz



Abb. 2. Motorsägenführer bei der Fällung

stehen: Im Beispiel des Exploitationsbetriebes von Patamarca steht ein Aufwand von 1000 Arbeitskalorien einer Produktion von rund 60 und 90 fm Holz gegenüber (Tabelle 17, Spalte 9). Ist eine Hebung des Ernährungs-niveaus nicht möglich, so muß die starke Begrenzung der Arbeitsleistung auch eine organisatorische Berücksichtigung finden. Hierbei die Energiebilanz heranzuziehen, führt zu Fehlern. Die Pulsfrequenz gibt innerhalb der betrieblichen Notwendigkeit den besten Anhalt für die Gestaltung. Dabei ist es grundsätzlich vorteilhafter, die mögliche Leistung nicht unter allen Umständen innerhalb des Rahmens der üblichen Arbeitszeit zu verteilen, sondern u. U. diese zu verkürzen.

Eine zu starke Verteilung hat psychologisch ungünstige Auswirkungen: Das Gefühl des produktiven Arbeitsflusses geht verloren. Ob man nun die Arbeiter früher entläßt oder die

freiwerdende Zeit zum Beispiel mit Lehr- und Lernbeschäftigungen ausfüllt, kann nicht generell beantwortet werden. Das wird neben praktischen Gegebenheiten auch davon abhängen, inwieweit ein Betrieb das Arbeits- und Arbeiterproblem zukunftsgerichtet betrachtet.

Bei körperlichen Arbeiten, insbesondere Schwerarbeiten, müssen Leistungsnormen — wie gezeigt wurde — auf der Grundlage von Arbeitsstudien und nicht aus Betriebsstatistiken entwickelt werden. Dies und die vermehrte Anwendung ergonomischer Gesichtspunkte auf die Arbeitsgestaltung im allgemeinen wird in absehbarer Zeit in den Entwicklungsländern zu einer größeren Zahl von Studien auf diesem Gebiet führen. Daher soll empfohlen werden, Begriffe, Verfahren, Methodik und Darstellungsweise frühzeitig abzustimmen und möglichst einheitlich zu verwenden. Auf diese Weise läßt sich am besten ein fruchtbarer Erfahrungsaustausch und die Vergleichbarkeit der Ergebnisse sichern.

Zusammenfassung

1. In Suriname sind im Oktober und November 1971 kombinierte Arbeitsstudien durchgeführt worden. Dabei war die zentrale Fragestellung, welche Arbeitsleistungen in der praktischen Forstarbeit unter Berücksichtigung der in den Tropen gegebenen speziellen leistungshemmenden Faktoren möglich sind.
2. Die Versuchsarbeiter könnten nicht im Sinne einer verallgemeinerungsfähigen Aussage ausgewählt werden. Die Studien wurden mit sechs derzeit in zwei Forstbetrieben kontraktierten Arbeitern durchgeführt. Sie gehören der Bevölkerungsgruppe der Buschland-Creolen an.

3. Die untersuchten Arbeiten waren Fällungen in einer Kiefernplantage und im Primärwald. Diese Arbeiten wurden sowohl mit Handgeräten (Axt, Bügelsäge, Jiri-säge) als auch mit Motorsägen durchgeführt.
4. Die Arbeitsstudien umfaßten folgende Messungen: Zeitverbrauch, Arbeitsleistung, Pulsverhalten, Energieverbrauch und klimatische Situation.

Der Zeitverbrauch für die einzelnen Arbeitselemente wurde festgestellt und um die notwendige Länge der Pausen, die durch Pulsstudien ermittelt wurden, zur Gesamtzeit ergänzt. Das ergab die Werte des Zeitverbrauchs unter Einhaltung der Kreislaufdauerleistungsgrenze. In diese Studien wurden Messungen des Energieverbrauchs eingeschaltet. Nachdem sich ein möglicher Arbeitsdauerverbrauch an Energie von nur 1000 kcal je Arbeitstag als verantwortbar erwies, mußten die Zeitbedarfswerte je Leistungseinheit wesentlich erhöht werden.

Die Kreislaufbelastung trat als leistungsbegrenzender Faktor zurück. Das bedeutet, daß die Einflüsse des Klimas sich in diesen konkreten Fällen nicht leistungsbegrenzend auswirkten.

Für alle untersuchten Arbeiten wurde nach Feststellung des IST-Zustandes ein SOLL-Zustand auf der Basis einer ausgeglichenen Energiebilanz entwickelt. Diese SOLL-Zustände enthalten Richtwerte für mögliche Arbeitsleistungen.

5. Es wurde generell empfohlen, die durch die Ernährungslage eingeschränkten Leistungsmöglichkeiten durch eine ausgewogene Betriebsverpflegung mit einem Nährwert, der ungefähr 1000 Arbeitskalorien je Tag entspricht, zu verbessern. Diese Maßnahme sollte nach Möglichkeit mit allgemeinen ärztlichen Kontrollen verbunden werden.
6. Am konkreten Beispiel konnte der ökonomische Wert einer guten Ausbildung bzw. der weitgehenden Beherrschung der Arbeitstechnik nachgewiesen werden. Bei gleichem energetischen Aufwand wurden Leistungs-SOLL-Unterschiede von 45 % ermittelt. Dabei handelte es sich um Arbeiter mit jahrelanger Berufserfahrung und nicht um den Unterschied zwischen trainierten und untrainierten Arbeitern.
7. Dem ursprünglichen Sinn des Untersuchungsvorhabens in Suriname entsprechend zeigen die vorliegenden Untersuchungen, in welchem Umfang die Lösung von praktischen Arbeitsproblemen mit einigen speziellen Methoden möglich ist. Die Ergebnisse sind nicht nur ergonomisch, sondern auch betriebswirtschaftlich relevant.
8. Die Arbeitsforschung steht vor allem in den Ländern der dritten Welt vor umfangreichen Aufgaben. Insbesondere die Leistungsforschung muß sich bemühen, das notwendige grundlegende Wissen ihres Gebietes zu erarbeiten. Problemstellung, System und Methoden sollten a priori international abgestimmt werden. Eine Vereinheitlichung gewährleistet am besten die notwendige Vergleichbarkeit der Daten aus verschiedenen Teilen der Welt. Das in Deutschland entwickelte System einer einheitlichen Arbeitswissenschaft (im Gegensatz zu den verschiedenen *Arbeitswissenschaften*) kann hierfür gute Dienste leisten.

Summary

Ergonomical studies pertaining to human work capacity and work load in tropical logging operations

In the months of October and November 1971 combined workstudies have been conducted in Suriname. The important question was, which performances are to be expected in forestry operations under due consideration of the hot and humid tropical climate and its performance impeding factors and under observation of ergonomical standards. The situation was being analysed by means of field studies (time studies,

performance studies, physiological studies — taking of pulse-rate and energy expenditure —, climatical studies).

It showed up that not the climatical situation but the possible energy expenditure, which on behalf of the general nutrition situation in tropical regions has to be rated rather low, was the performance impeding factor. It amounts to about 50 % of those data considered average in industrial countries of temperate zones. Because of the high degree of work intensity, however, high output was achieved. For fully educated and well trained workers output rates of 10.000 cbm/year showed up, when logging was being done in old primary stands. These data, on behalf of the extent of the studies must be considered only regionally valid, however.

The practical consequence of these studies is first of all to recommend to offer the worker a meal at his work place, containing about 1.000 work calories.

Literatur

1. MELLEROWICZ, H., 1962: Ergometrie. München—Berlin. — 2. RUDLOFF, W.; JUNGSMANN, H., 1968: Wärmebelastung des Tropenreisenden. Umschau in Wissenschaft u. Technik, H. 17, 524—529. — 3. REFA-Methodenlehre des Arbeitsstudiums, München 1971. — 4. HILF, H. H., 1969: Die Lebensleistung des Menschen als Maßstab sozialer Wertungen, Arbeit und Leistung, H. 1, 1—16. — 5. Centro Latinoamericano de Investigaciones en Ciencias Sociales (Hrsg.), 1969: Situación social de América Latina. Buenos Aires. — 6. KAMINSKY, G., 1971: Praktikum der Arbeitswissenschaft. München. — 7. LEHMANN, G., 1961: Die Energetik des arbeitenden Menschen (Handbuch der gesamten Arbeitsmedizin). Berlin—München—Wien. — 8. BENDIS, M.; JÄRVHOLM, A., 1970: Logging and Transport in Tropical High Forest. Stockholm.

Anschrift der Verfasser: H. MUELLER-DARSS, Institut für Arbeitswissenschaft der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, 2057 Reinbek, Vorkarstbusch; F. J. STAUDT, Centre for Agricultural Research in Suriname of the State Agricultural University (Wageningen, Niederlande), Paramaribo/Suriname