

# Wechselwirkungen zwischen Holzernte und Walderschliessung in den Bergwäldern Griechenlands

Autor(en): **Stergiadis, Georg, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal  
= Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **134 (1983)**

Heft 8

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-767243>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Wechselwirkungen zwischen Holzernte und Walderschliessung in den Bergwäldern Griechenlands <sup>1</sup>

Von *Georg Char. Stergiadis*  
(Professur für forstliches Bauingenieurwesen,  
Aristoteles Universität Thessaloniki, Griechenland)

Oxf.: 31:686:(499)

## 1. Einleitung und Problemstellung

Die rationelle Waldbewirtschaftung, die technisch-wirtschaftliche Nutzung und die verbesserte Holzverwertung werden sowohl von der Walderschliessung und von der geeigneten Verteilung des Wegnetzes auf der von ihm bedienten Waldfläche wie auch von den bei der Durchführung der Holzernarbeiten eingesetzten Mitteln und Verfahren stark beeinflusst.

Die Anforderungen des Forstbetriebes, des Waldbaues, des Forstschutzes und der natürlichen Umwelt wie auch die forstlichen Bedingungen jedes Gebietes bestimmen sowohl den Grad und die Ausdehnung der Walderschliessung, wie auch die Eignung der erforderlichen Holzerntemittel und -verfahren (1, 2, 3, 44).

Die Elemente und Faktoren, welche die Walderschliessung und Holzernte beeinflussen, und die dadurch hervorgerufenen Wechselwirkungen müssen für jeden Einzelfall eingehend untersucht werden, um das Optimum zu erreichen und die Forderungen des Forstbetriebes und der Waldarbeiten einerseits und des Forstschutzes und der Waldumwelt andererseits zu gewährleisten.

Die Arbeit hat zum Ziel:

- Eine «Übersicht der Waldverhältnisse, der Walderschliessung und der Holzernte in den Gebirgswäldern Griechenlands zu vermitteln.
- Die Wechselwirkungen zwischen Holzernte und Walderschliessung zu erforschen und
- Vorschläge für die zukünftige beziehungsweise erforderliche Erschliessung der Gebirgswälder Griechenlands für die rationelle Durchführung der Forstnutzung und die technisch-wirtschaftliche Optimierung der Holzeinschlags- und Holzbringungsarbeiten zu machen.

<sup>1</sup> Überarbeitete Fassung eines Referates, gehalten am 28. Juni 1982 anlässlich eines Kongresses der IUFRO Division 3 in München.

## 2. Waldverhältnisse

Die Waldvegetation unseres Landes verteilt sich auf 5 Zonen, die aufgrund von wesentlichen bodenkundlichen, klimatischen und geologischen Unterschieden charakterisiert und folgenderweise klassifiziert werden (29): 1. mediterrane, 2. submediterrane, 3. montane, 4. subalpine und 5. alpine Waldvegetation.

Diese ungleichförmige Verteilung der Waldvegetation sowie die Vielfältigkeit der Holzarten im griechischen Raum schaffen einerseits eine ansprechende Umwelt für den Waldbesucher und für jeden Forscher und andererseits viele und schwierige Probleme sowohl für den Forstschutz und die Waldbewirtschaftung, wie auch für die Holzernte.

Die Wälder und die übrigen Waldflächen Griechenlands machen, mit 8,5 Mio. ha, 64 % der Gesamtfläche Griechenlands (13,2 Mio. ha) (Tabelle 1 und Abbildung 1) aus (7, 9).

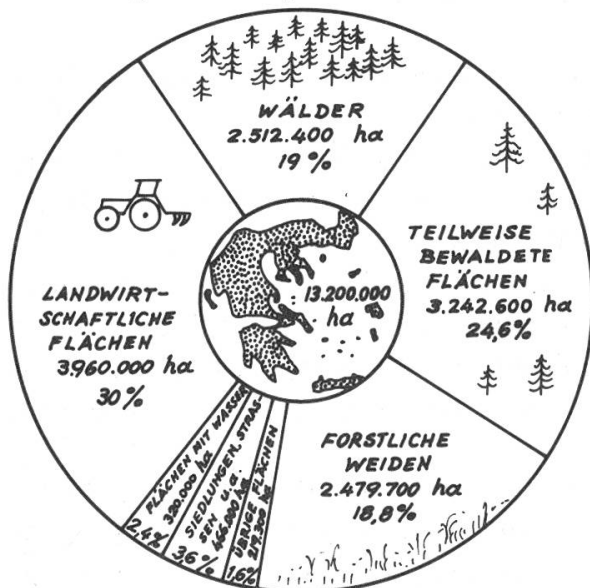


Abbildung 1. Flächenverteilung Griechenlands.

Tabelle 1. Flächenverteilung Griechenlands.

| Verwendungsweise des Bodens                | Flächen in tausend Hektar |           |      |
|--|---------------------------|-----------|------|
|  | Teilsomme                 | Insgesamt | %    |
| I. Ackerbauflächen                         | 3 960                     | 3 960     | 30   |
| II. Wälder und Waldflächen                 | —                         | 8 454     | 64   |
| 1. Wälder                                  | 2 512,4                   |           | 19,0 |
| 2. Teilweise bewaldete Flächen             | 3 242,6                   |           | 24,6 |
| 3. Forstliche Weiden                       | 2 479,7                   |           | 18,6 |
| 4. Andere Flächen                          | 219,3                     |           | 1,6  |
| III. Übrige Flächen                        | —                         | 786       | 6    |
| 1. Mit Wasser bedeckte Flächen             | 320                       |           | 2,4  |
| 2. Flächen für Siedlungen, Strassen u.s.w. | 466                       |           | 3,6  |
| Insgesamt                                  | 13 200                    | 13 200    | 100  |

Die produktiven Wälder Griechenlands sind auf die Berggebiete beschränkt wegen der langjährigen Wirkung vieler Faktoren. Sie wachsen grösstenteils am Steilhang und auf degradierten Standorten, die besonders durch die langfristigen und planlosen menschlichen Eingriffe und durch die Überweidung dieser Flächen verursacht sind.

Die griechischen Wälder, bei denen ein Verhältnis zwischen Laub- und Nadelhölzern von 16:10 besteht, werden entsprechend ihrer Produktivität in drei Stufen unterteilt (Tabelle 2) (10, 26).

Tabelle 2. Verteilung der griechischen Wälder nach Produktivitätsstufen.

| Holzarten                      | Fläche in ha                                       |       |  |       |                             |       |           |       |  |
|--------------------------------|--|-------|--|-------|-----------------------------|-------|-----------|-------|--|
|                                | I Stufe  |       | II Stufe   |       | III Stufe                   |       | Insgesamt |       |  |
|                                | ha   | %     | ha   | %     | ha                          | %     | ha        | %     |  |
| 1                              | 2  | 3     | 4  | 5     |                             |       |           |       |  |
| <i>a. Nadelholz</i>            |  |       |  |       |                             |       |           |       |  |
| Tanne                          | 195 000  | 36,83 | 130 097  | 8,65  | —                           | —     | 325 097   | 12,94 |  |
| Fichte                         | 4 000  | 0,76  | 665  | 0,04  | —                           | —     | 4 665     | 0,19  |  |
| Aleppokiefer                   | 31 500   | 5,95  | 310 658  | 20,65 | —                           | —     | 342 158   | 13,62 |  |
| Hartkiefer                     | 76 328,4   | 14,42 | 57 290,6   | 3,81  | —                           | —     | 133 619   | 5,32  |  |
| Schwarzkiefer                  | 79 916,4   | 15,10 | 57 130,6   | 3,80  | —                           | —     | 137 047   | 5,45  |  |
| Föhre                          | 5 000  | 0,94  | 2 749  | 0,18  | —                           | —     | 7 749     | 0,31  |  |
| Schlangeniefer                 | 4 333  | 0,82  | 4 000  | 0,27  | —                           | —     | 8 333     | 0,33  |  |
| Pinie                          | —  | —     | 421  | 0,03  | —                           | —     | 421       | 0,02  |  |
| Seekiefer                      | —  | —     | 6  | —     | —                           | —     | 6         | —     |  |
| Zypresse                       | 3 011  | 0,57  | 3 000  | 0,20  | —                           | —     | 6 011     | 0,24  |  |
| Wacholder                      | —  | —     | —  | —     | 1 267                       | 0,26  | 1 267     | 0,05  |  |
| Teilsumme                      | 399 088,8  | 75,38 | 566 017,2  | 37,63 | 1 267                       | 0,26  | 966 373   | 38,46 |  |
| <i>b. Laubholz</i>             |  |       |  |       |                             |       |           |       |  |
| Eiche                          | 44 209   | 8,35  | 703 340  | 46,76 | —                           | —     | 747 549   | 29,75 |  |
| Buche                          | 61 791,8   | 11,67 | 157 278,2  | 10,46 | —                           | —     | 219 070   | 8,72  |  |
| Edelkastanie                   | 17 648   | 3,34  | 5 202  | 0,35  | —                           | —     | 22 850    | 0,92  |  |
| Birke                          | 725  | 0,14  | 674  | 0,04  | —                           | —     | 1 390     | 0,06  |  |
| Verschiedene Laubhölzer        | 873  | 0,16  | 71 574   | 4,76  | —                           | —     | 72 447    | 2,88  |  |
| Pappel                         | 5 000  | 0,94  | —  | —     | —                           | —     | 5 000     | 0,20  |  |
| Eukalyptus                     | 69   | —     | —  | —     | —                           | —     | 69        | —     |  |
| Teilsumme                      | 130 315,8  | 24,62 | 938 068,2  | 62,37 | —                           | —     | 1 068 384 | 42,53 |  |
| <i>c. Immergrünes Laubholz</i> |  |       |  |       |                             |       |           |       |  |
|                                | —  | —     | —  | —     | 477 661                     | 99,74 | 477 661   | 19,01 |  |
| Total                          | 529 405,6  | 100   | 1 504 085,4  | 100   | 478 928                     | 100   | 2 512 418 | 100   |  |
| %                              | 21,07  |       | 59,87  |       | 19,06                       |       | 100       |       |  |
| Produktivität                  | 3 bis 5 Fm/ha/Jahr<br>grösstenteils<br>Nadelhölzer |       | 1 bis 3 Fm/ha/Jahr<br>Eine Produktivitätserhöhung ist möglich<br>auf 4–8 Fm<br>mit fremden raschwüchsigen Nadelhölzern |       | 1 Fm/ha/Jahr<br>auf 8–15 Fm |       |           |       |  |



Der Zustand unserer Wälder kann auch aus holzwirtschaftlicher Hinsicht charakterisiert werden, und zwar einerseits durch den kleinen Hiebsatz von ungefähr 2,8 Mio. Efm, der nur zu 30 % den inländischen Holzbedarf deckt, und andererseits durch die Verteilung der anfallenden Sortimente, das heisst 29 % Nutzholz (einschliesslich gesundes und starkes Schichtholz) und 71 % minderwertiges Brennholz (*Tabelle 3*) (8, 9, 10).

Aus dieser Situation der griechischen Forstwirtschaft gehen die grundsätzliche Zielsetzung und die Massnahmen hervor, die wir mit absoluter Priorität anstreben müssen, namentlich (24, 26):

- Wiederaufbau unserer Wälder mit waldbaulich wirkungsvollen Eingriffen beziehungsweise Waldpflege und Melioration.
- Waldvermehrung durch Aufforstungen und
- Erhöhung der Holzproduktion, um das grosse Holzdefizit des Landes zu einem beträchtlichen Anteil aus der einheimischen Produktion zu decken.

### 3. Walderschliessung

Die rationelle Erschliessung der griechischen Wälder wie auch die Wahl geeigneter Mittel und Methoden zur Durchführung der Holzernte und -bringung wird wesentlich von folgenden Faktoren bestimmt (21, 24):

- dem Relief der Berggebiete, über das sich die produktivsten Wälder Griechenlands erstrecken. In unserer Heimat weist dieses Relief starke, unregelmässig verteilte Hangneigungen auf, was einerseits die Holzerntearbeiten erschwert und andererseits die Walderschliessung kostspielig macht und technisch kompliziert;
- den in diesen Gegenden herrschenden Wald- und Ortsverhältnissen, die in bestimmten Fällen, beispielsweise durch das Verbot der Kahlschläge, die Mechanisierung der Holznutzungsarbeiten erschweren;
- den Anforderungen des Forstbetriebes in Verbindung mit ihrer Verwirklichung.

Die in der Zeit 1930 bis 1940 angelegte Forstweglänge war sehr gering (135 km), während die bis Ende des Jahrzehnts 1940/50 angelegte Gesamtlänge 239 km betrug (24).

Das am Anfang des Jahrzehnts 1950/60 auftretende Erfordernis zur besten Holzverwertung und rationelleren Nutzung der griechischen Wälder, in denen während der Kriegsjahre 1940 bis 1950 riesige Holzvorräte angehäuft wurden, führte zur Entwicklung eines systematischen Erschliessungsplans für die Bergwälder (12, 26).

Die Staatsforstverwaltung Griechenlands bemühte sich schon am Anfang (Jahrzehnte 1950/60) und hernach besonders intensiv (Jahrzehnte

Tabelle 3. Waldverteilung und Holzproduktion Griechenlands.

|                                 |                    | Holzproduktion 1980 |          |                                      |           |       |           |         |          |         |           |         |           |           |       | Total<br>Nutz-<br>und<br>Brennholz |           |              |
|---------------------------------|--------------------|---------------------|----------|--------------------------------------|-----------|-------|-----------|---------|----------|---------|-----------|---------|-----------|-----------|-------|------------------------------------|-----------|--------------|
|                                 |                    | Forstliche Fläche   |          |                                      |           |       |           |         | Nutzholz |         |           |         |           |           |       |                                    | Brennholz |              |
| Lf.<br>Nr.                      | Holzarten          | Staat               | Gemeinde | Privat<br>und<br>Organi-<br>sationen | Insgesamt | %     | Festmeter |         |          |         |           |         |           | Festmeter |       |                                    | %         |              |
|                                 |                    |                     |          |                                      |           |       | 5         | 6=3+4+5 | 7        | 8       | 9         | 10=8+9  | 11        | 12        | 13    | 14=12+13                           |           | 15=10(11)+14 |
|                                 |                    | ha                  |          |                                      |           |       |           |         |          |         |           |         |           |           |       |                                    |           |              |
| <b>I Nadelholz</b>              |                    | 268 235             | 23 118   | 33 744                               | 325 097   | 12,94 | 120 597   | 43 804  | 164 401  | 182 459 | 87 297    | 33 618  | 120 915   | 303 374   | 10,97 |                                    |           |              |
|                                 | 1. Tanne           | 4 665               | —        | —                                    | 4 665     | 0,19  | 18 058    | —       | 18 058   | —       | —         | —       | —         | —         | —     |                                    |           |              |
|                                 | 2. Fichte          | 131 880             | 12 451   | 197 827                              | 342 158   | 13,62 | 2 962     | 4 945   | 7 908    | —       | —         | —       | —         | —         | —     |                                    |           |              |
|                                 | 3. Aleppokiefer    | 77 298              | 25 348   | 30 973                               | 133 619   | 5,32  | 31 071    | 9 032   | 40 103   | 213 281 | 75 845    | 96 045  | 171 890   | 385 171   | 13,93 |                                    |           |              |
|                                 | 4. Hartkiefer      | 93 594              | 29 251   | 14 202                               | 137 047   | 5,45  | 87 867    | 42 196  | 130 063  | —       | —         | —       | —         | —         | —     |                                    |           |              |
|                                 | 5. Schwarzkiefer   | —                   | —        | —                                    | —         | —     | —         | —       | —        | —       | —         | —       | —         | —         | —     |                                    |           |              |
|                                 | 6. Übriges         | —                   | —        | —                                    | —         | —     | —         | —       | —        | —       | —         | —       | —         | —         | —     |                                    |           |              |
|                                 | Nadelholz          | 15 506              | 3 255    | 5 026                                | 23 787    | 0,94  | 33 478    | 1 730   | 35 208   | —       | —         | —       | —         | —         | —     |                                    |           |              |
|                                 | Teilsomme          | 591 178             | 93 423   | 281 772                              | 966 373   | 38,46 | 294 033   | 101 707 | 395 740  | 395 740 | 163 142   | 129 663 | 292 805   | 688 545   | 24,90 |                                    |           |              |
| <b>II Laubholz</b>              |                    | 529 995             | 101 853  | 115 701                              | 747 549   | 29,75 | 22 707    | 2 653   | 25 360   | 596 453 | 391 160   | 987 613 | 1 012 973 | 36,64     |       |                                    |           |              |
|                                 | 1. Eiche           | 153 414             | 42 545   | 23 111                               | 219 070   | 8,72  | 196 952   | 28 504  | 225 456  | 182 210 | 99 373    | 281 583 | 507 039   | 18,34     |       |                                    |           |              |
|                                 | 2. Buche           | 6 845               | 2 560    | 13 445                               | 22 850    | 0,92  | 3 218     | 10 799  | 14 017   | 4 228   | 17 268    | 21 496  | 35 513    | 1,28      |       |                                    |           |              |
|                                 | 3. Edelkastanie    | —                   | —        | —                                    | —         | —     | —         | —       | —        | —       | —         | —       | —         | —         |       |                                    |           |              |
|                                 | 4. Übriges         | —                   | —        | —                                    | —         | —     | —         | —       | —        | —       | —         | —       | —         | —         |       |                                    |           |              |
|                                 | Laubholz           | 59 623              | 7 182    | 12 110                               | 78 915    | 3,14  | 95 738    | 29 221  | 124 959  | 98 521  | 61 012    | 159 533 | 284 492   | 10,29     |       |                                    |           |              |
|                                 | Teilsomme          | 749 877             | 53 964   | 164 367                              | 1 068 384 | 42,53 | 318 615   | 71 177  | 389 792  | 389 792 | 881 412   | 568 813 | 1 450 225 | 1 840 017 | 66,55 |                                    |           |              |
| <b>III Immergrünes Laubholz</b> |                    | 302 950             | 53 964   | 120 747                              | 477 661   | 19,01 | 16        | 55      | 71       | 71      | 98 654    | 137 627 | 236 281   | 236 352   | 8,55  |                                    |           |              |
|                                 | Insgesamt I+II+III | 1 644 005           | 301 527  | 566 886                              | 2 512 418 | 100   | 612 664   | 172 939 | 785 603  | 785 603 | 1 143 208 | 836 103 | 1 979 311 | 2 764 914 | 100   |                                    |           |              |
|                                 | Prozent %          | 65,44               | 12,00    | 22,56                                | 100       |       | 22,16     | 6,25    | 28,41    | 41,35   | 30,24     | 71,59   | 100       |           |       |                                    |           |              |

1960/70), die Erschliessung der Bergwälder den verfügbaren finanziellen Mitteln und den Ortsverhältnissen anzupassn.

Folgendes war das Hauptziel dieser Bemühungen:

- die bessere Erschliessung der Bergwälder, die bis 1950 weit von den öffentlichen Strassen entfernt waren und kaum bewirtschaftet wurden;
- die technisch-wirtschaftliche Durchführung der Holzernte und -bringung mittels Verfahren, die den Anforderungen des Forstbetriebes, den verbesserten Lebensbedingungen und einer befriedigenden Leistung der Waldarbeiter sowie auch einem sicheren Forstschutz entsprechen konnten;
- die rationellere Forstnutzung in bezug auf die Jahreszeit.

Konsequente Bestrebungen zur Verbesserung der Walderschliessung begannen im Jahrzehnt 1970/80.

Aufgrund dieser Prinzipien wurden im Zeitraum 1950/79, 10 936 km Waldwege angelegt (*Tabelle 4*), die den gesamten Holztransport und die rationelle Bewirtschaftung der ertragsfähigsten Wälder unseres Landes erleichterten (8, 9).

*Tabelle 4.* Erschliessung, Verbesserung und Fahrbahnbefestigung der Forstwege im Zeitraum 1950 bis 1979.

| Lf. Nr. | Zeitraum | Gebaute Forstwege |     | Verbesserung der Forstwege |       |      | Zunahme oder Abnahme |       | Fahrbahnbefestigung |    | Zunahme |  |
|---------|----------|-------------------|-----|----------------------------|-------|------|----------------------|-------|---------------------|----|---------|--|
|         |          | km                | %   | %                          | km    | %    | %                    | km    | %                   | %  |         |  |
| I       | 1950–59  | 1 318             | –   | –                          | 671   | –    | –                    | 74    | –                   | –  |         |  |
| II      | 1960–69  | 2 983             | 126 | –                          | 2 453 | +266 | –                    | 725   | 880                 | –  |         |  |
| III     | 1970–79  | 6 635             | 403 | 156                        | 1 679 | +150 | –32                  | 1 211 | 1 536               | 67 |         |  |
| Total   | 1950–79  | 10 936            | –   | –                          | 4 803 | –    | –                    | 2 010 | –                   | –  |         |  |

Beim Bau der Forstwege bemühte man sich, die Anforderung des wirtschaftlichen Prinzips so zu befriedigen, dass die Verminderung der Holzrückekosten pro fm grösser oder gleich war wie die Kosten, die zur Konstruktion und zum Unterhalt der neuen Forstwege aufgewendet werden mussten. Dies hatte eine Erhöhung der Wegdichte zur Folge (6, 33).

Die Bemühung zur Erreichung der optimalen Wegdichte stiess auf Schwierigkeiten, die sowohl durch das Sammeln und Sortieren der Daten zur Auswertung der Reliefverhältnisse im Zusammenhang mit den Forstnutzungsanforderungen als auch durch die technischen und wirtschaftlichen Probleme bedingt waren, die regional und zeitlich in unterschiedlichem Mass auftraten (27, 30, 35).

In den meisten Fällen bemühte man sich, die Wegdichte zu erhöhen,

ohne zu berücksichtigen, dass sie nicht immer die optimale Erschliessung eines Bergwaldgebietes zur Folge hat. Mit der Bestimmung des Wegdichtewertes kann man nämlich feststellen, ob die gebauten oder zu bauenden Waldwege parallel und gleichentfernt verlaufen, oder ob sie im Gelände als ungewöhnliches Verbindungssystem von Trassenlinien angelegt sind (43).

Die Bedeutung der Wegdichte, deren Wert den Erschliessungszustand der Forstgeschichte nicht völlig charakterisiert, kann erhöht werden, wenn auch eine andere Kennziffer (Erschliessungsprozent nach *Backmund*, Korrekturnummer oder -faktor der Wegdichte nach *Segebaden* u.s.w.) mitbestimmt wird (40). Sie charakterisiert die Reliefverhältnisse und die Trassengestaltung und -anpassung an das Gelände, und kann eine optimale und rationelle Erschliessung anzeigen.

Durch die Verwendung des Prinzips von *Backmund*, bei dem zur Berechnung der tatsächlichen Wegdichte auch das Erschliessungsprozent berücksichtigt wird, wurden für drei Waldkomplexe die Daten bestimmt, die den Wegdichtewert und damit den Erfolgsanteil der Wegerschliessung wiedergeben (*Tabelle 5, Abbildungen 2, 3, 4*) (20, 23, 28).

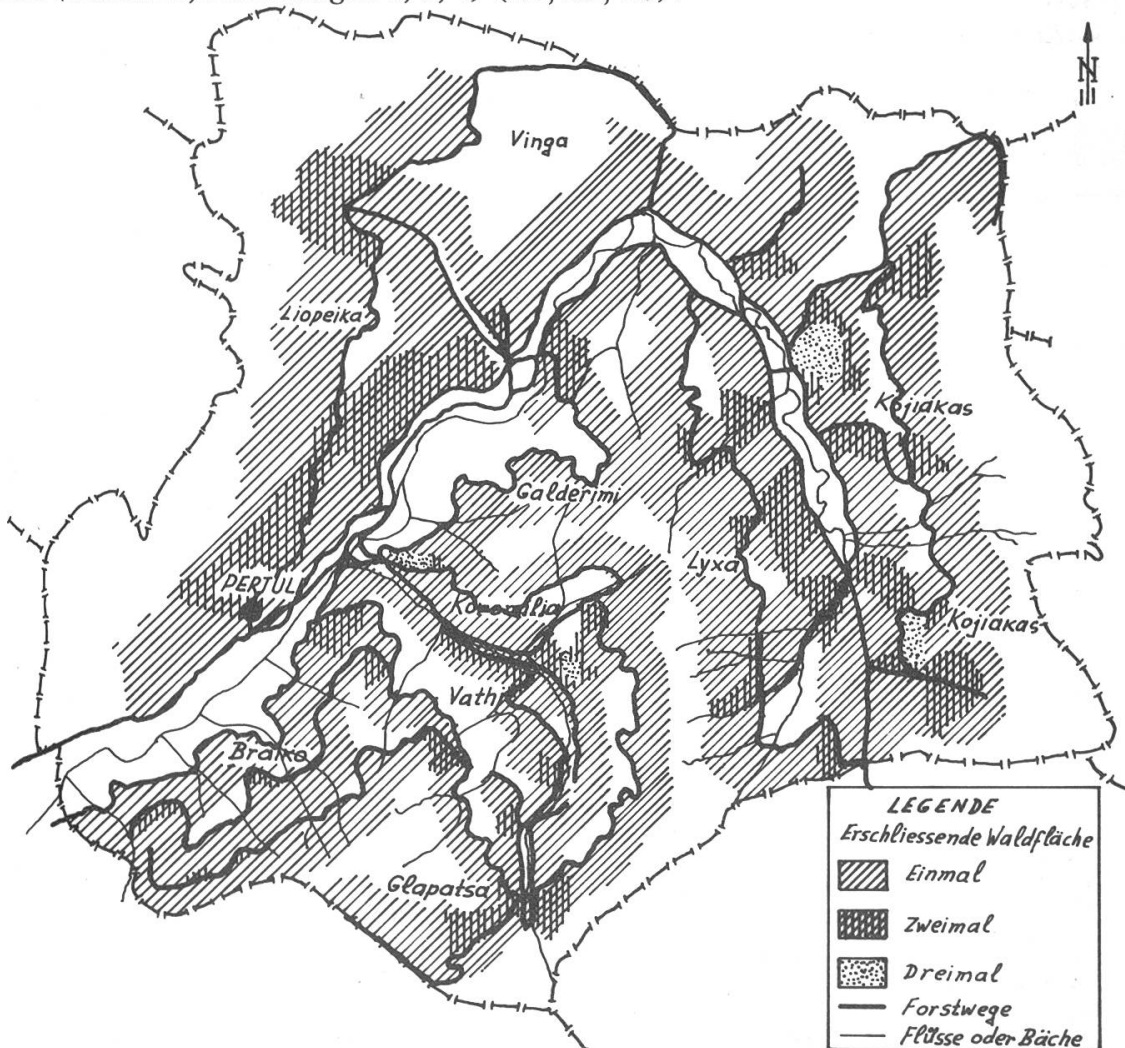


Abbildung 2. Waldwegnetz und Erschliessungsprozente im Lehrwald Pertuli.

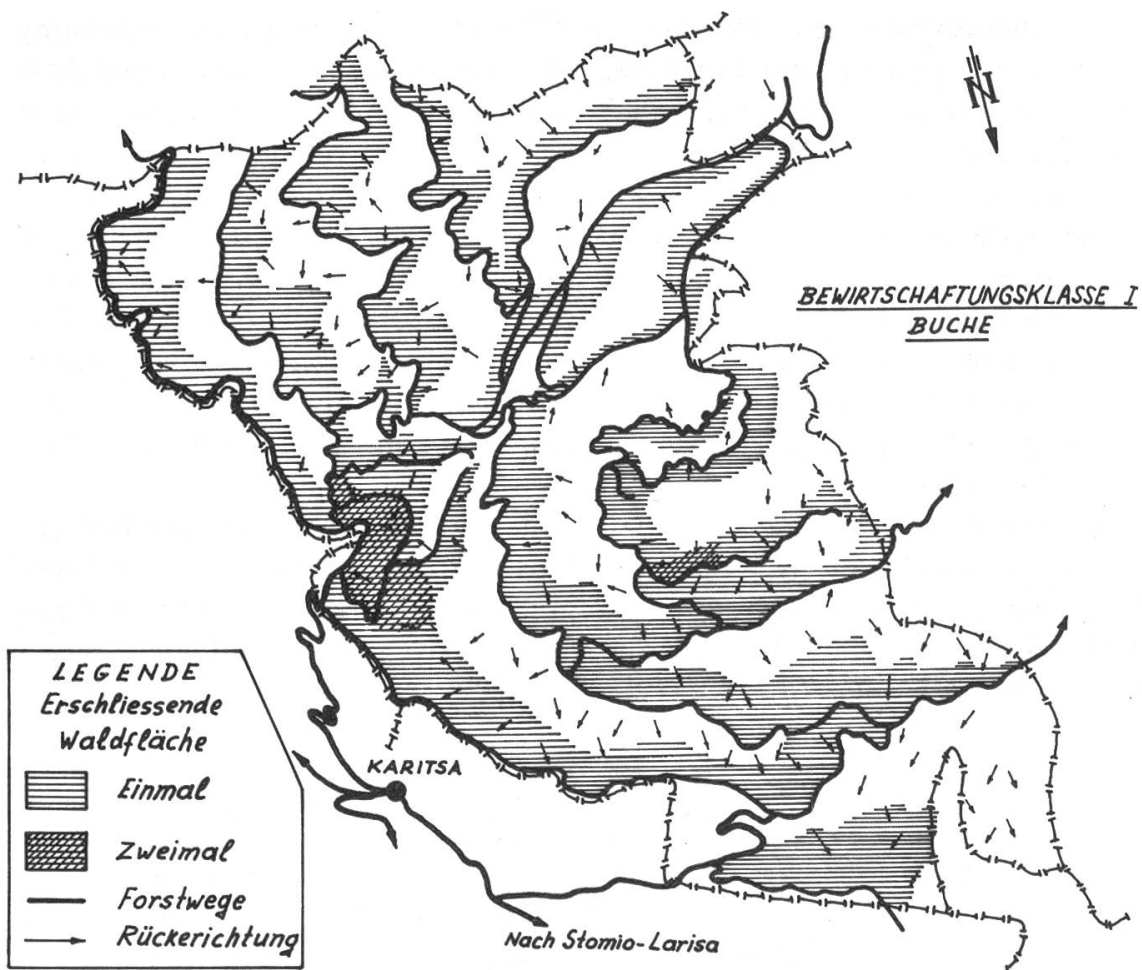


Abbildung 3. Waldwegnetz und Erschliessungsprozente im Forstkomplex Ossa.

Tabelle 5. Wegdichte und Erschliessungsprozente.

| Lf.<br>Nr. | Forstkomplex                        | Gesamte<br>Wald-<br>fläche<br>ha | Zu erschliessende<br>Waldfläche |               |               |                     | Gesamte<br>Länge der<br>Forstwege<br>m | Weg-<br>dichte<br>m/ha | Erschliessungs-<br>prozente<br>% |
|------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------|---------------|---------------------|--|------------------------|----------------------------------|
|            |                                     |                                  | Einmal<br>ha                    | Zweimal<br>ha | Dreimal<br>ha | Total<br>ha         |  |                        |                                  |
| 1          | 2                                   | 3                                | 4                               | 5             | 6             | 7 = (3) + (4) + (5) | 8                                      | 9 = $\frac{(8)}{(3)}$  | 10 = $\frac{(7)}{(3)} \cdot 100$ |
| 1.         | Lehrwald<br>Pertuli<br>(Tannenwald) | 2 512,66                         | 1 453,25                        | 260,75        | 18,5          | 1 732,5             | 79 854                                 | 3 178                  | 68,95                            |
| 2.         | Staatswald<br>Ossa<br>(Buchenwald)  | 4 866                            | 2 081,65                        | 107,05        | —             | 2 189,7             | 111 400                                | 2 289                  | 45,00                            |
| 3.         | Staatswald<br>Aridea<br>(Mischwald) | 27 594,3                         | 8 950,2                         | 1 425,2       | —             | 10 375,4            | 322 000                                | 1 167                  | 38,00                            |

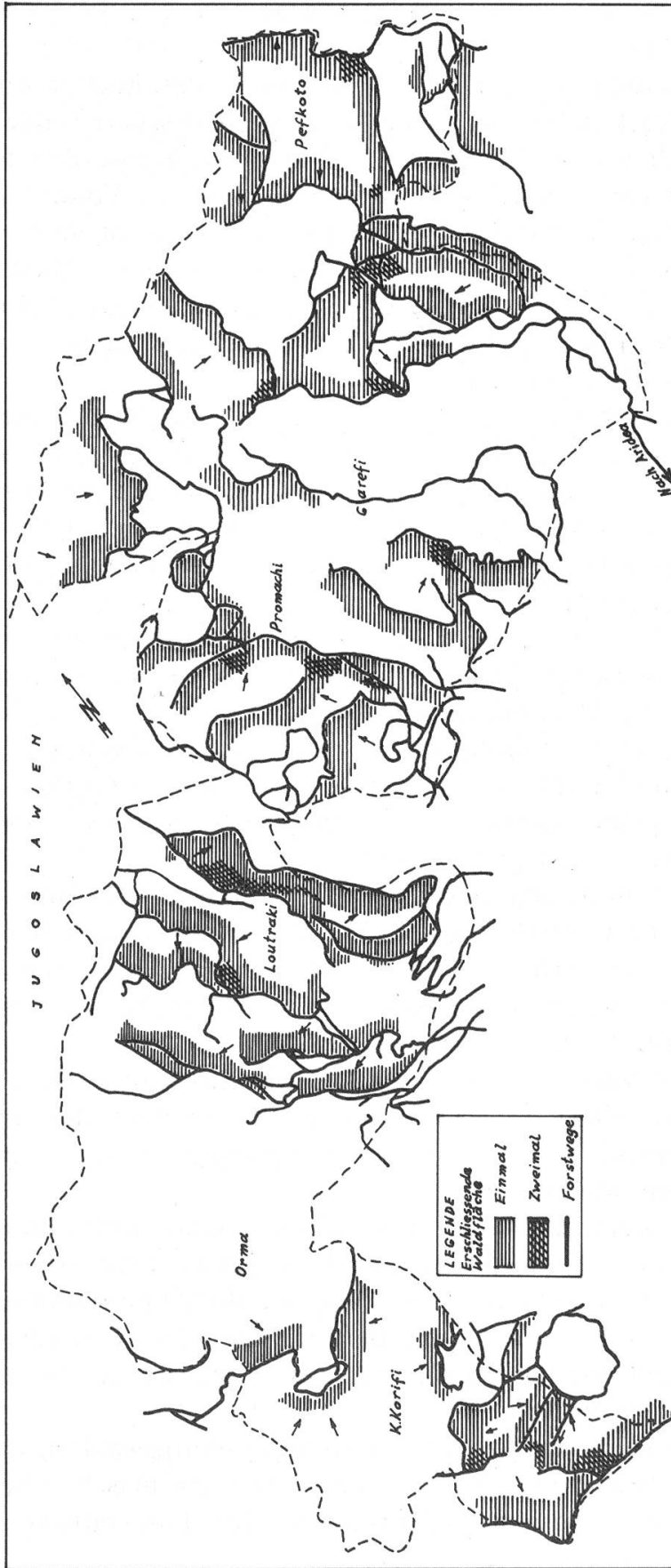


Abbildung 4. Waldwegnetz und Erschliessungsprozente im Forstkomplex Adridea.



#### 4. Holzernte

Die Holzfällung und -aushaltung werden in den hochproduktiven Bergwäldern unseres Landes von Waldarbeiter-Gewerkschaften oder in Eigenregie vom Forstdienst durchgeführt. Mit diesem System werden die Waldarbeiter mit einem vom Forstdienst bestimmten Lohn je Volumeneinheit (fm) bezahlt und das gefällte Holz wird später vom Forstdienst versteigert (51).

Wintereinschlag, vom Anfang November bis Ende März, wird selten durchgeführt, denn die ungünstigen Klima- und Lebensverhältnisse der Gebirgswälder vermögen das Interesse der Waldarbeiter nicht zu wecken, trotz eines Winterzuschlages von 10 %.

Die mit der Holzfällung und -ausformung beschäftigten Arbeiter verfügen im allgemeinen über keine Fachausbildung. Nur eine kleine Anzahl ist dank den vom Forstdienst (mit Beihilfe von norwegischen Wissenschaftlern und Facharbeitern) organisierten Fachkursen spezialisiert (18). Diese Arbeitergruppen setzen sich je nach Erfahrung, Ausrüstung und Holzstärke aus 2 bis 4 Personen zusammen.

Das Holzfällen wird seit etwa 20 Jahren fast ausschliesslich mit Einmannmotorsägen ausgeführt. Abgesehen von der Axtentastung für die dünneren Äste werden am Fällort mit der Einmannmotorsäge auch die Entastung, das Ablängen und die Aushaltung sowohl des Schichtholzes in Längen von 1 bis 2 m als auch des Rundholzes in 2 bis 8 m langen Stammstücken ausgeführt. Die Entrindung der Nadelhölzer wie auch das Spranzen werden ausschliesslich mit der Axt am Schlagort ausgeführt.

Bei der Durchführung dieser Arbeiten treten verhältnismässig viele Unfälle auf, weil die Waldarbeiter keine Verhütungsmassnahmen ergreifen und einige spezialisierte Arbeiter 10 bis 12 Stunden täglich mit der Einmannmotorsäge arbeiten, was natürlich eine unverantwortliche ergonomische Überbelastung (Lärm, Vibration, Abgase) bedeutet.

Sporadische Versuche vom Forstdienst in Zusammenarbeit mit norwegischen Wissenschaftlern (*Samset* und seine Mitarbeiter), die ergonomischen Arbeitsverhältnisse und die Lebensbedingungen zu verbessern, brachten nicht das erwünschte Ergebnis (5, 25).

Untersuchungen über die Verwendung mobiler Entrindungsmaschinen am Fällort wurden bis heute in der Forstpraxis noch nicht ausgewertet.

Spezialmaschinen zur Durchführung der Holzfällung und -entastung am Schlagort und zur gleichzeitigen Beförderung von Ganzstämmen zu den Verbrauchs- oder Bearbeitungszentren des Holzes wurden bis heute in Griechenland nicht eingeführt.

Die Holzbeförderung wird heute in den Gebirgswäldern Griechenlands einerseits mit Zugtieren und in wenigen Fällen mit maschinellen Rückemitteln durchgeführt. Zum Ferntransport werden Lastkraftwagen verwendet (22, 31, 42).

Zum Einsatz der Zug- und Tragtiere beim Holzurücken und -transport in unseren Bergwäldern tragen folgende, günstige Faktoren bei (22, 26):

- Die Anpassung der Tiere an die Orts- und Waldverhältnisse.
- Die Sorgfältigkeit bei der Durchführung der Holzurückarbeiten.
- Die geringen Schäden am verbleibenden Bestand.
- Die geringe Hiebmenge je Flächeeinheit, die bei einem 10jährigen Turnus zwischen 5 bis 30 fm/ha schwankt und selten 50 fm/ha erreicht. Dieser Umstand rechtfertigt das Holzurücken mit Zugtieren, nicht aber den technisch-wirtschaftlichen Einsatz von Maschinen; denn hohe Leistungen treten nur in wenigen, produktiven Wäldern der Berggebiete Griechenlands auf.
- Wegen der Durchführung von Schirmschlägen und des Verbots von Kahlschlägen fällt eine kleine Anzahl von Stämmen auf grosser Fläche an. Die vielen Fahrten erhöhen die Gefahr von Schäden an Boden und Bestand.
- Die grossen Wegabstände (meistens > 500 m), die in Verbindung mit dem geringen Nutzungsanfall das Rücken mit Zugtieren rechtfertigen und die Einführung von Maschinen erschweren.
- Die Waldarbeiterlöhne, die von der Generalforstdirektion bestimmt werden und für alle Staatswälder Griechenlands gelten (Tabelle 6 und Abbildung 5), sind gering im Vergleich zu den hohen Kosten der maschinellen Rückung (11).

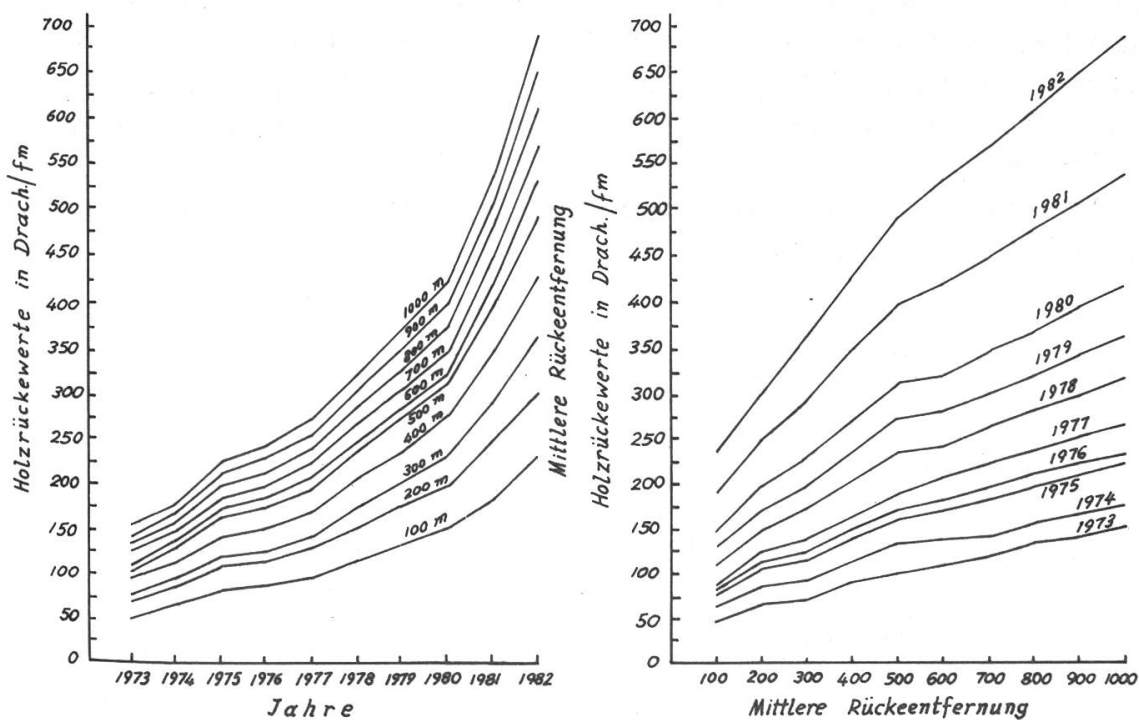


Abbildung 5. Zunahme der Rückewerte von Nadelholz im Jahrzent 1973/82.



Tabelle 6. Rückearbeiterlohn in Drachmen und Zunahmeanteile im Zeitraum 1973 bis 1982.

| Mittlere<br>Rücke-<br>entfer-<br>nung<br><i>m</i> | Rückejahr        |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Zunahme-<br>anteile<br>von 1973<br>bis 1982<br>% |
|---|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|   | 1973             | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 |  |
|   | Drachmen * je Fm |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 100   | 47               | 64   | 81   | 83   | 93   | 110  | 127  | 145  | 186  | 230  | 389  |
| 200   | 64               | 86   | 107  | 111  | 124  | 147  | 170  | 190  | 246  | 295  | 360  |
| 300   | 72               | 94   | 116  | 122  | 137  | 169  | 195  | 226  | 288  | 360  | 400  |
| 400   | 86               | 112  | 138  | 146  | 164  | 201  | 232  | 268  | 342  | 425  | 394  |
| 500   | 100              | 130  | 160  | 170  | 191  | 233  | 269  | 310  | 396  | 490  | 390  |
| 600   | 106              | 136  | 169  | 180  | 203  | 241  | 277  | 317  | 415  | 530  | 460  |
| 700   | 117              | 146  | 182  | 194  | 219  | 260  | 299  | 342  | 446  | 570  | 387  |
| 800   | 128              | 156  | 195  | 208  | 235  | 279  | 321  | 367  | 477  | 610  | 376  |
| 900   | 139              | 166  | 208  | 222  | 251  | 298  | 343  | 392  | 508  | 650  | 367  |
| 1 000   | 150              | 176  | 221  | 236  | 267  | 317  | 365  | 417  | 539  | 690  | 360  |

Die Preise beziehen sich auf den Fall der Nadelholzrückung

\* 1 \$ = 70 Drachmen, 1 DM = 28 Drachmen (Juni 1982).

Schwere Probleme treten beim Rücken mit Zugtieren auf wegen der Verminderung des Waldarbeiterbestandes während der letzten Jahrzehnte; denn die Bergbevölkerung und besonders die Jungen wandern in die Grossstädte ab. Die Anforderungen zur rechtzeitigen Holzbringung werden dadurch nicht mehr befriedigt. Diese Tatsache zwang den Forstdienst, auch maschinelle Mittel zur Holzrückung (Seilanlagen, zum Beispiel Isachsen, Igländ, Urus, Hinteregger, Wyssen, Nesler, Witra-Voss usw. und Forstspezialschlepper Timberjack, Franklin, Latil usw.) zuerst für Forschungs- und Ausbildungszwecke (Stergiadis, Samset, *Katenidis*) und später auch für den praktischen Einsatz im Falle günstiger Voraussetzungen zu benutzen (13, 14, 18, 19, 41).

Forschungsangaben aus dem Einsatz eines Wyssen-Seilkranes sind aus der *Tabelle 7* ersichtlich (4, 41).

Tabelle 7. Kriterien für die Seilkranverwendung in den Bergwäldern Griechenlands.

| Trassenlänge<br><i>m</i> | Wirtschaftliches<br>Ergebnis<br>(Transportkosten)                        | Gesamte Leistung<br>der Seilkräne<br>Fm           |
|--------------------------|--|---|
| L                        | Optimal  | $\frac{1}{2} \cdot L$ bis $\frac{2}{3} \cdot L$   |
| L                        | Befriedigend   | $\frac{1}{4} \cdot L$ bis $\frac{1}{3} \cdot L$   |
| L                        | Der Aufwand für jeden Fm gerückten<br>Holzes soll genau berechnet werden | $< \frac{1}{4} \cdot L$ bis $\frac{1}{3} \cdot L$ |

Die Seilkrane können trotz ihrer Vorteile für eine sorgfältige Arbeit in steilen Waldgebieten die Forderungen unserer Forstbetriebe nicht befriedigen, denn sie stossen auf folgende hemmende Faktoren (26):

- Mangel an Fachpersonal und keine Bereitwilligkeit der jungen Waldarbeiter zur Ausbildung.
- Geringe Ganzjahresbeschäftigung, als Folge wenig geeigneter Bestände und Waldgebiete. Dies bedingt eine übermässige Erhöhung der Kapitalkosten zur Beschaffung der Anlage.
- Ungenügende Holzmenge auf dem vom Seilkran bedienten Waldstreifen und erhöhte Belastung aus der Montage und Demontage wegen des Mangels an Fachpersonal. Die gesamten Betriebs- und Installationskosten für jeden fm gerückten Holzes sind daher grösser als die für die Zugtiere notwendigen Kosten.
- Konkurrenz mit den Zugtieren, welche die Anforderungen zur Holzbringung auf kleine Distanzen und in Steilhängen befriedigen und mit einfachen Schleppern oder Knickschleppern, die in den meisten Fällen und Waldgebieten besonders geeignet sind.

Aus Untersuchungen der Lehrkanzel für Forstliches Bauingenieurwesen und der Forstlichen Versuchsanstalt in Athen wurden in Zusammenarbeit mit Professor Samset und seinen Mitarbeitern Angaben für die Stundenleistung und die gesamten Holzurückkosten mit Seilanlagen Isachsen-System (Abbildungen 6 und 7) und Knickschlepper Timberjack (Abbildungen 8 und 9) zusammengestellt (5, 13, 14, 18, 21).

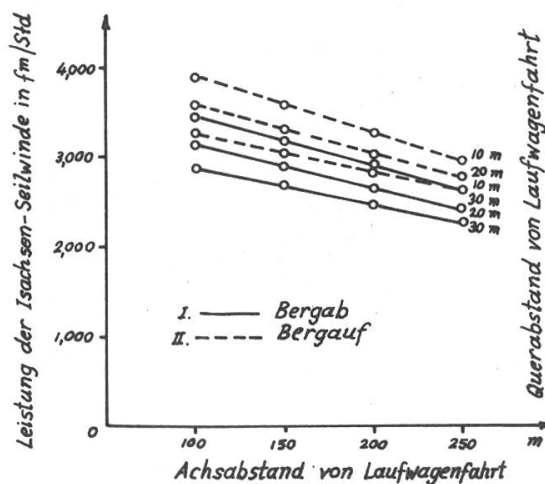


Abbildung 6. Stunden-Leistung der Isachsen-Seilwinde.

Die Schlepper können in den ertragsfähigen Wäldern Griechenlands bei der Holzbringung auf grosse Entfernungen eingesetzt werden wegen ihrer besseren Leistung und der geringen Installationskosten. Bei der Holzbringung auf kleine Entfernungen können sowohl die Zugtiere wie auch Seil-

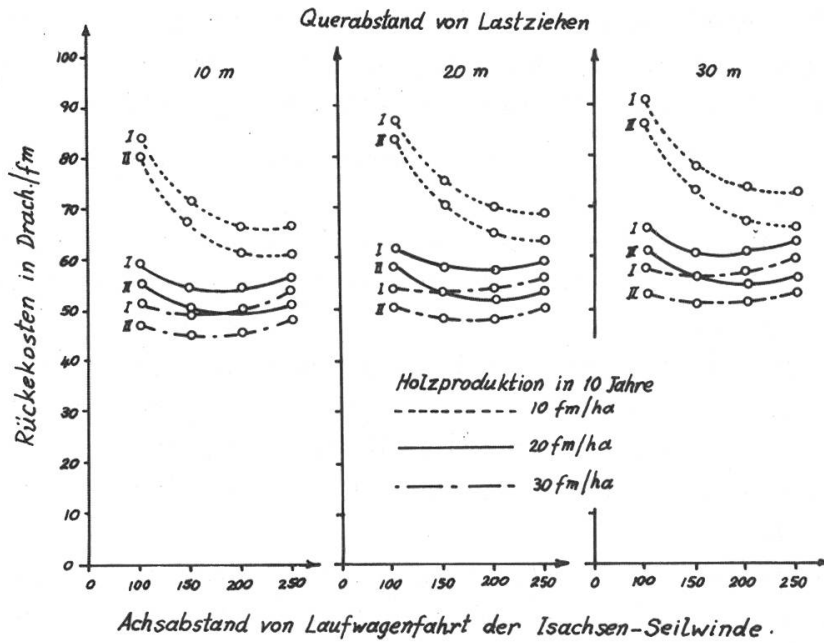


Abbildung 7. Rückekosten durch Isachsen-Seilwinde.

transportanlagen, den Orts- und Waldverhältnissen entsprechend eingesetzt werden, da ihre Leistung die Anforderungen des Forstbetriebes, des Waldes und der Waldarbeiter befriedigt.

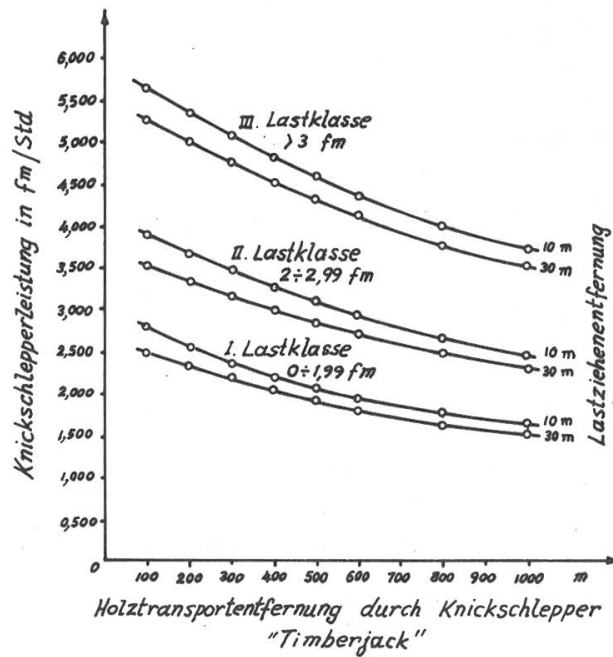


Abbildung 8. Holztransportentfernung durch Knickschlepper Timberjack.

Die Holzbringung mit Maschinen schwankt für die produktivsten Wälder unseres Landes zwischen 20 und 25 % (Tabelle 8).

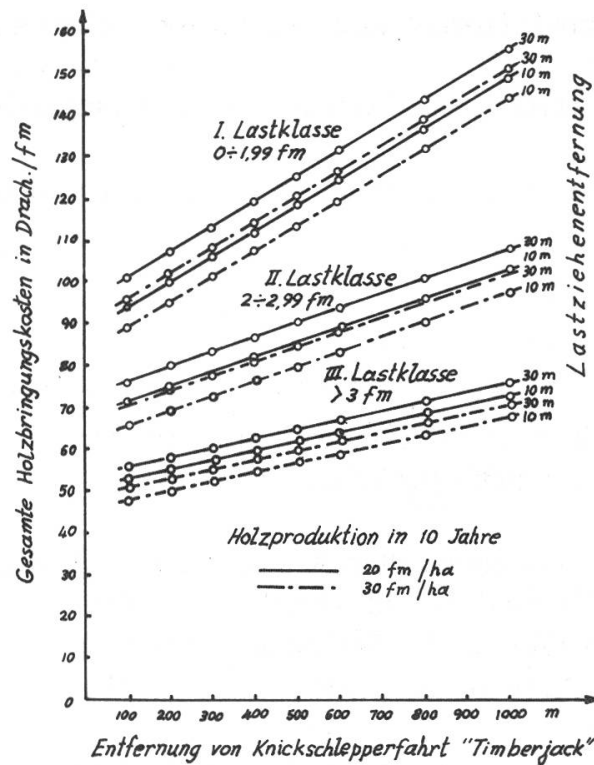


Abbildung 9. Entfernung von Knickschlepper Timberjack.

Aus den Bemühungen zur Mechanisierung der Holzerntearbeiten und aus den bereits erworbenen Erfahrungen wird der Ablauf festgesetzt, der 1965 begann und sich bis heute fortsetzte (26).

Tabelle 8. Entwicklung der Mechanisierung bei der Holzrückung in Griechenland.

| Jahr | Gebaute Schlepperwege km | Mit Maschinen gerücktes Rundholz |      |                     |        |                 |                 | Insgesamt Fm |
|------|--------------------------|----------------------------------|------|---------------------|--------|-----------------|-----------------|--------------|
|      |                          | Mit Staatsmaschinen              |      | Mit Privatmaschinen |        | Leistung Fm/Tag | Leistung Fm/Tag |              |
|      |                          | Fm                               | %    | Fm                  | %      |                 |                 |              |
| 1977 | 134                      | 44 632                           | 61,8 | 10,5                | 27 575 | 38,2            | 19,5            | 72 207       |
| 1978 | 143                      | 22 731                           | 28,7 | 13,0                | 56 378 | 71,3            | 25,9            | 79 109       |
| 1979 | 90                       | 18 013                           | 20,7 | 10,7                | 69 031 | 79,3            | 23,5            | 87 044       |
| 1980 | 124                      | 13 575                           | 15,2 | 15,6                | 75 631 | 84,8            | 28,2            | 89 206       |
| 1981 | 108                      | 10 205                           | 11,8 |                     | 76 575 | 88,2            |                 | 86 780       |

a. Anfangslage (1965)

- Erste Erscheinungen der Arbeitskräfteverknappung und -verteuerung.
- Ausschliessliche Anwendung von Muskelarbeit.
- Niedriges Ausbildungsniveau der Waldarbeiter.

- Beschränkte Sozialfürsorge und keine Dauerbeschäftigung in den Gebirgsgegenden.
- Sehr schwierige Gelände-, Arbeits- und Wohnverhältnisse in den Waldgebieten.
- Grosse Auswanderungswelle nach dem Ausland und den Grossstädten im Inland.

#### *b. Ablauf*

- Betriebsuntersuchungen der Forstnutzungsarbeiten.
- Mechanisierungsversuche für zeitaufwendige Teilvorgänge (Entrindung, Rücken).
- Einführung der motor-manuellen Arbeit mit der Einmannmotorsäge.
- Wesentliche Erhöhung der Geldakkorde beim Holzeinschlag.
- Wesentliche Verbesserung des Waldwegnetzes.
- Förderung und Ausbau der einheimischen Holzindustrie durch die Privatinitiative.
- Verbesserung und Ausdehnung der Waldbewirtschaftung.
- Verringerung der verfügbaren Arbeitskräfte.

#### *c. Heutige Lage*

- Die Arbeitskräfteverknappung ist kritisch geworden.
- Es tritt eine Arbeitskrise im Forstberuf auf, und die Forstingenieure bemühen sich um die Erweiterung und Sicherstellung ihres Berufs. Als Privatleute streben sie die Planung, die Organisation und die Ausführung der Forstwegbau- und Holzerntearbeiten sowie anderweitiger Forstarbeiten an.
- Der Ausbildungsstand und die Beschäftigungsdauer der Waldarbeiter weisen keine Verbesserung auf.
- Der Umfang und die Leistungen der Rationalisierung durch Mechanisierung entsprechen nicht den Erwartungen.
- Es werden viele Diskussionen über die Mechanisierung der Forstarbeiten geführt, denn einerseits tritt die Anforderung zum Umweltschutz auf, und andererseits das Problem der Energiekosten mit den ungünstigen Folgen für die Kosten der Forstarbeiten.
- Es zeigen sich Tendenzen zur besseren Entlohnung der menschlichen Arbeit sowie zu einer besseren Verteilung der Waldarbeiten auf die verfügbaren menschlichen, tierischen und maschinellen Kräfte.
- Die Länge der gebauten Forstwege und die Erschliessungsverhältnisse wurden in vielen Bergwäldern entscheidend verbessert.

- Der Gesamtprozess der Forstnutzung hat noch sehr grosse Reserven für eine weitere Rationalisierung.
- Die Holzindustrie hat viele Probleme bei ihrer Rohstoffbeschaffung und -veredelung.

Aus dieser Gegenüberstellung lassen sich einige wertvolle Lehren für unser bisheriges Rationalisierungsvorgehen ableiten.

- Die griechische Staatsforstverwaltung hat die angehäuften und vielfältig wechselwirkenden Waldarbeits- bzw. Forstnutzungsprobleme durch Mechanisierung von einzelnen Teilvorgängen zu rationalisieren versucht.
- Die Entwicklung im forstwirtschaftlichen Geschehen hat in den letzten 20 Jahren eindeutig gezeigt, dass die Mechanisierung nur eine Alternative unter vielen anderen notwendigen Massnahmen darstellt. Sie kann für sich allein nichts Wesentliches zu den offenstehenden sozialen und arbeitswissenschaftlichen Problemen der Forstnutzung beitragen.
- Das rationale Vorgehen, das die Vernunft zur Lösung von Problemen oder bei der Suche nach Wissen verwendet, wurde nicht ausreichend von unserem Forstdienst berücksichtigt. Es fehlt an einer optimalen Kombination von Mitteln und Methoden und an einer sorgfältigen Planung für jeden Arbeitsgang zur Erreichung klar formulierter Ziele.

#### **Abhängigkeit der Holzerntemittel und -methoden und des Mechanisierungsgrades von der Walderschliessungsart und -dichte**

Die Anforderung zur Kostenverminderung bei der Holzernte und besonders bei der Holzbringung führt zum Bau eines Wegnetzes, das die Voraussetzungen zur Erreichung von niedrigen Holzwerbungskosten schafft (32, 34).

Wenn das Wegnetz verlängert wird, dann wird auch eine entsprechende Verkürzung der Wegabstände und eine Verminderung der Rückekosten eintreten (6). Dies bedeutet aber gleichzeitig auch eine Aufwandserhöhung für Wegbau und -unterhalt die kleiner oder grösser ausfallen kann, je nach Gelände- und Waldverhältnissen.

Zur Befriedigung dieser Anforderungen sollen die Werte der theoretisch und wirtschaftlich optimalen Wegdichte wie auch ihr grösster Wert ermittelt werden. Sie ergeben sich aus den gewinnbringenden Grenzinvestitionen und sollen die Anforderungen des Wirtschaftlichkeitsprinzips gewährleisten (35).

Aus Ergebnissen einer Untersuchung in drei produktiven Gebirgswaldkomplexen unseres Landes wurden Schlussfolgerungen gezogen, die in *Tabelle 9* dargestellt sind. Sie beziehen sich auf die optimale Wegdichte, ihre Veränderung in Abhängigkeit des Hiebsatzes sowie auf die Schätzung der

Holzrückekosten und ihre Zusammensetzung bezüglich konstanten und variablen Anteilen (32, 39).

Welche von den drei charakteristischen Werten der Wegdichte wird der Forstbetrieb wählen?

Tabelle 9. Optimale Wegdichte und Zusammensetzung der Holzbringungskosten für drei Waldkomplexe mit verschiedenem Holzfall.

| Hieb-<br>satz<br>fm/ha                       | Theoretisch optimale<br>Wegdichte |                               |                        |       | Wirtschaftlich optimale<br>Wegdichte |                               |                        |      | Wegdichte der nicht mehr<br>lohnenden Grenzinvestitionen |                               |                        |       |
|--|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------|-------|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------|------|--|-------------------------------|------------------------|-------|
|  | Kosten in Dr./ Fm                 |                               |                        |       | Kosten in Dr./ Fm                    |                               |                        |      | Kosten in Dr./ Fm  |                               |                        |       |
|  | Weg-<br>dichte<br>d<br>m/ha       | der<br>Holz-<br>brin-<br>gung | davon %                |       | Weg-<br>dichte<br>d<br>m/ha          | der<br>Holz-<br>brin-<br>gung | davon %                |      | Weg-<br>dichte<br>d<br>m/ha                              | der<br>Holz-<br>brin-<br>gung | davon %                |       |
|  |                                   | für<br>Wege-<br>bau           | für<br>Holz-<br>rücken |       |                                      | für<br>Wege-<br>bau           | für<br>Holz-<br>rücken |      |  | für<br>Wege-<br>bau           | für<br>Holz-<br>rücken |       |
| <b>I Waldkomplex Asproptomos – Kalambaka</b> |                                   |                               |                        |       |                                      |                               |                        |      |  |                               |                        |       |
| 2,20   | 13                                | 1155                          | 45,45                  | 54,55 | 14,5                                 | 1162                          | 50,0                   | 50,0 | 19   | 1234                          | 62,07                  | 37,93 |
| 2,70   | 15                                | 1055                          | 46,73                  | 53,27 | 16                                   | 1060                          | 50,0                   | 50,0 | 21   | 1124                          | 61,39                  | 38,61 |
| 3,20   | 16                                | 977                           | 45,34                  | 54,66 | 17,5                                 | 983                           | 50,0                   | 50,0 | 23   | 1044                          | 61,11                  | 38,89 |
| 3,70   | 17                                | 917                           | 44,49                  | 55,51 | 19                                   | 923                           | 50,0                   | 50,0 | 25   | 983                           | 61,04                  | 38,96 |
| 4,20   | 18                                | 868                           | 43,89                  | 56,11 | 20,5                                 | 876                           | 50,0                   | 50,0 | 26   | 922                           | 59,54                  | 40,46 |
| 4,70   | 19                                | 826                           | 43,34                  | 56,66 | 22                                   | 835                           | 50,0                   | 50,0 | 28   | 883                           | 59,91                  | 40,09 |
| 5,20   | 20                                | 791                           | 43,11                  | 56,89 | 23,5                                 | 802                           | 50,0                   | 50,0 | 29   | 841                           | 58,86                  | 41,14 |
| 5,70   | 21                                | 761                           | 42,97                  | 57,03 | 25                                   | 772                           | 50,0                   | 50,0 | 31   | 814                           | 59,34                  | 40,66 |
| <b>II Waldkomplex Ossa – Larissa</b>         |                                   |                               |                        |       |                                      |                               |                        |      |  |                               |                        |       |
| 2,06   | 10                                | 845                           | 37,18                  | 62,82 | 11,5                                 | 853                           | 50,0                   | 50,0 | 16   | 930                           | 64,95                  | 35,05 |
| 2,56   | 11                                | 768                           | 43,62                  | 56,38 | 13                                   | 776                           | 50,0                   | 50,0 | 18   | 847                           | 64,58                  | 35,42 |
| 3,06   | 12                                | 710                           | 42,96                  | 57,04 | 14                                   | 716                           | 50,0                   | 50,0 | 19   | 772                           | 62,56                  | 37,44 |
| 3,56   | 13                                | 665                           | 42,71                  | 57,29 | 15,5                                 | 673                           | 50,0                   | 50,0 | 21   | 729                           | 62,96                  | 37,04 |
| 4,06   | 14                                | 628                           | 42,68                  | 57,32 | 16,5                                 | 635                           | 50,0                   | 50,0 | 22   | 683                           | 61,64                  | 38,36 |
| 4,56   | 15                                | 598                           | 42,81                  | 57,19 | 17,5                                 | 605                           | 50,0                   | 50,0 | 23   | 647                           | 60,74                  | 39,26 |
| 5,06   | 16                                | 572                           | 43,01                  | 56,99 | 19                                   | 581                           | 50,0                   | 50,0 | 25   | 626                           | 61,50                  | 38,50 |
| 5,56   | 17                                | 550                           | 43,27                  | 56,73 | 20                                   | 559                           | 50,0                   | 50,0 | 26   | 599                           | 60,77                  | 39,23 |
| <b>III Waldkomplex W. Nestos – Drama</b>     |                                   |                               |                        |       |                                      |                               |                        |      |  |                               |                        |       |
| 3,88   | 12                                | 1152                          | 43,58                  | 56,42 | 14                                   | 1160                          | 50,0                   | 50,0 | 19   | 1249                          | 63,65                  | 36,35 |
| 4,38   | 13                                | 1091                          | 44,18                  | 55,82 | 15                                   | 1099                          | 50,0                   | 50,0 | 20   | 1178                          | 62,90                  | 37,10 |
| 4,88   | 14                                | 1040                          | 44,81                  | 55,19 | 15,5                                 | 1046                          | 50,0                   | 50,0 | 21   | 1120                          | 62,32                  | 37,68 |
| 5,38   | 14,5                              | 993                           | 43,71                  | 56,29 | 16,5                                 | 1003                          | 50,0                   | 50,0 | 23   | 1089                          | 63,64                  | 36,36 |
| 5,88   | 15                                | 958                           | 43,22                  | 56,78 | 17,5                                 | 967                           | 50,0                   | 50,0 | 24   | 1046                          | 63,29                  | 36,71 |
| 6,38   | 16                                | 924                           | 44,05                  | 55,95 | 18,5                                 | 934                           | 50,0                   | 50,0 | 25   | 1009                          | 62,93                  | 37,07 |
| 6,88   | 16,5                              | 893                           | 43,45                  | 56,55 | 19                                   | 902                           | 50,0                   | 50,0 | 26   | 977                           | 62,74                  | 37,26 |
| 7,38   | 17                                | 868                           | 43,09                  | 56,91 | 20                                   | 877                           | 50,0                   | 50,0 | 26   | 935                           | 61,07                  | 38,93 |

Die theoretisch optimale Wegdichte soll von jedem Forstbetrieb erreicht werden. Niedrigere Wegdichtewerte als die theoretisch optimale Wegdichte sind nicht zu erlauben, denn in diesem Falle findet keine rationelle Kombination der Produktionskoeffizienten statt, sondern eine Kapitalverschwendung. Die Forstnutzung funktioniert in diesem Falle gegen das Wirtschaftlichkeitsprinzip (27, 30, 33).

Ob der Forstbetrieb die wirtschaftlich optimale Wegdichte weiterhin zu erzielen versucht, hängt davon ab, inwieweit das Wegnetz für den Forstbetrieb mit zusätzlichen Vorteilen verbunden ist, die in den Kalkulationen nicht miteinbezogen sind (32).

Hierbei sollte erwähnt werden, dass eine Steigerung der Wegdichte einerseits eine Erhöhung der konstanten zu Lasten der variablen Holzbringungskosten bedeutet, andererseits aber auch einen verhältnismässig hohen Mecha-



nisierungsgrad der Holzbringung ermöglicht. Das letztere sollte von den griechischen Forstbetrieben berücksichtigt und aufgrund des vorhandenen Bestandes an Wald- und Rückearbeitern gewertet werden.

In jenen Forstbetrieben, in denen es genügend Rucke-Waldarbeiter gibt und das Wegnetz neben der Holzbringung anderweitigen Waldarbeitern nur wenig nützt, kann die Wegdichte den theoretisch optimalen Wert nicht überschreiten.

Im anderen Fall ist die Walderschliessung durch die wirtschaftlich optimale Wegdichte zu realisieren.

Sofern es an Waldarbeitern mangelt, wie dies bereits in einigen Berggebieten der Fall ist, sollten die Voraussetzungen für die Ausführung der Holzernnte frühzeitig sichergestellt werden. Eine der wesentlichsten Voraussetzungen ist das Vorhandensein eines genügenden und geeigneten Wegnetzes, das eine Wegdichte in der Höhe des maximalen Wertes rechtfertigt. Die langfristige Personalplanung, insbesondere die Waldarbeiterplanung, ist auch aus diesem Grunde erforderlich.

Der maximal zulässige Wert der Wegdichte oder ein höherer Wert kann von den staatlichen Forstbetrieben aus Gründen der Regional- und der Sozialpolitik gewählt werden, soweit das Wegnetz anderen Tätigkeiten der Bergbevölkerung oder der Zugänglichkeit des nationalen Bergraums dient. In diesen Fällen müssen diese Grenzinvestitionen in grössere Wegdichten, die mit einem internen Zinsfuss unter den erwünschten Grenzen (zum Beispiel 6,35 %) verzinst werden, als Dienstleistung des Forstbetriebes für die Bergbevölkerung oder die Allgemeinheit angesehen werden und dürfen die Holzproduktion nicht belasten (32).

Während die optimale Wegdichte aufgrund der genannten Daten gewählt werden kann und das Wirtschaftlichkeitsprinzip befriedigt, stösst die geeignete Verteilung des Wegnetzes auf viele technische und andere Schwierigkeiten, die besonders in den Bergwäldern unseres Landes bestehen.

In diesem Fall ist die eingehende Untersuchung der Faktoren notwendig, welche die Holzernnte und die geeignete Anpassung des Wegnetzes an die Waldfläche beeinflussen.

Diese Faktoren beziehen sich auf:

- Die Reliefungleichmässigkeiten, die Hangneigungen und ihre Verteilung.
- Die Zusammensetzung der Bestände und die Art des waldbaulichen Eingriffes, der für die griechischen Wälder dem Verbot des Kahlschlages unterliegt.
- Die Art und Anforderungen des Forstbetriebes.
- Die bei Holzfällung, Aushaltung und Rückung angewandten Arbeitsmittel und -verfahren.
- Die Erschliessungsart und -dichte.
- Der Holzvermarktungsplatz.



Der Grad der Wechselbeziehung dieser Faktoren ist für jedes Waldgebiet unseres Landes verschieden; er bestimmt indessen die Mittel und Verfahren sowie den Mechanisierungsgrad der Holzerntearbeiten je nach Erschliessungsart und -dichte.

Die Studie über die Gelände- und die Transportsystemklassifizierung, wie sie von verschiedenen Forschern angeführt und von Samset sowohl im Symposium bei Krasnodar im Jahre 1971, wie auch später formuliert worden ist, trägt entscheidend zur geeigneten Wahl der Transportlinien und -mittel bei (15, 16).

In den gebirgigen und steilen Wäldern unseres Landes, wo der Bau eines dichten Wegnetzes auf technische Schwierigkeiten stösst und meistens unwirtschaftlich ist, wird der Einsatz von Seilkranen und Zugtieren für die Holzbringung erforderlich.

In den Gebirgswäldern, in denen der Bau eines dichten Wegnetzes möglich ist, können einfache Schlepper und Knickschlepper sowie auch der Seiltransport eingesetzt werden, weil sie den folgenden Bedingungen genügen (26):

- Das Rücken einer grossen Holzmenge je Fahrt.
- Die Langholzbeförderung, die eine bessere Holzverwertung erlaubt.
- Die Voraussetzung für Alternativ-Lösungen.
- Die Bedürfnisse zur Holzsortierung und zur Bildung von Sammelplätzen im Wald.

## 6. Schlussfolgerungen und Vorschläge

Die Mittel und Verfahren der Holzernte und ihr Mechanisierungsgrad werden von der Erschliessungsart und -dichte des Waldes, den Anforderungen des Forstbetriebes, den Arbeitskräften, dem waldbaulichen Eingriff und den in den griechischen Gebirgswäldern herrschenden Orts- und Waldverhältnissen stark beeinflusst.

Für die Mechanisierung der Holzbringung, die kostspielige und schwierige Phase der Holzernte in den griechischen Gebirgswäldern, gibt es – wie von *Pestal* erwähnt – drei Möglichkeiten, unter denen der Waldbesitzer und die Waldarbeiter jedes Waldgebietes ihre Wahl zu treffen haben (36, 37, 38):

1. Es soll keine Mechanisierung stattfinden und der Betrieb soll die traditionellen Ernte- und Rückeverfahren beibehalten.

Dieser Fall führt zur unwirtschaftlichen Nutzung und schadet den Rückearbeitern. Diese Tatsache wird durch Erfahrungen aus vielen forstwirtschaftlich entwickelten Ländern Europas bestätigt, wo sich dieser Versuch nicht bewährte.

Es wäre aber möglich, diesen Fall noch als befriedigende Lösung für die

heutigen Plenterwälder unserer Heimat zu betrachten, da diese Waldgebiete besondere Voraussetzungen (zum Beispiel Waldschutz, waldbauliche Eingriffe, befriedigende Anzahl von Waldarbeitern und Zugtieren usw.) aufweisen.

2. Es soll eine Mechanisierung im grossen Ausmass stattfinden (Übermechanisierung). Das erfordert Maschinen mit grosser Leistung und hohem Beschaffungspreis, was den Betrieb wesentlich erschwert, der dann unwirtschaftlich wird (28).

Dieser Fall muss den griechischen Forstwirt sehr wenig beschäftigen, weil die waldbaulichen Verhältnisse der Waldgebiete Griechenlands diese grosse Belastung der Beschaffungs-, Betriebs- und Unterhaltskosten von Maschinen mit grosser Leistung nicht erlauben. Dies vor allem wegen der kleinen Holzmengen, die auf grossen Flächen genutzt werden müssen.

3. Es soll eine Mechanisierung in kleinerem Ausmass stattfinden (Untermechanisierung). Diese ist zwar weniger gefährlich als die Übermechanisierung, führt aber für sich allein nicht zur richtigen Lösung.

Diesen Fall muss der griechische Forstwirt mehr beachten, weil er den Anforderungen der griechischen Forstwirtschaft, des Klimas und der übrigen Verhältnisse entspricht.

Zum Erfolg der Mechanisierung der Holzernte und -bringung in den Bergwäldern Griechenlands ist es notwendig, ein geeignetes Wegnetz zu bauen, das den Anforderungen sowohl der Holzernte, als auch der Forstnutzung entspricht und den Orts- und Waldverhältnissen bestmöglich angepasst ist.

Die Gesamtlänge der Forstwege, die in unseren Wäldern gebaut werden sollten, um die genannten Forderungen zu erfüllen, kann aufgrund folgender Daten berechnet werden (26):

- Holzvorrat und Waldklassifizierung.
- Mittlere Rückeentfernung und Wegdichte, welche für die verschiedenen Klassen der Waldflächen annähernd eingehalten werden muss.
- Einführung maschineller Mittel zur Holzbringung, die kleine Rückeentfernungen benötigen, um keine Schäden am verbleibenden Bestand und am gerückten Holz zu verursachen.
- Trassierung eines Rückewegnetzes zur Erleichterung der Einführung von maschinellen Mitteln, was zur Verkürzung der Rückeentfernungen und Rückekosten führt.

Aufgrund dieser Daten wird vorgeschlagen, dass in den Wäldern mit einem Holzvorrat  $> 100 \text{ fm/ha}$  die Gesamtlänge der Forstwege 14.750 oder 18.330 km erreichen soll (unter den heutigen Bedingungen), während in den übrigen Wäldern mit kleinerem Holzvorrat 7113 km angestrebt werden (*Tabelle 10*) (26).

Tabelle 10. Erforderliche Gesamtlänge von Forstwegen.

| Hiebsatzklasse   | Vorgeschlagene |                        |               |           | Erforderliche Gesamtlänge von Forstwegen Km |          |
|--|----------------|------------------------|---------------|-----------|---|----------|
|  | Waldfläche     | Mittlerer Hiebsatzwert | Wegentfernung | Wegdichte | I. Fall                                     | II. Fall |
|  | ha             | Fm/ha                  | m             | m/ha      |   |          |
| I  | 3 800          | > 150                  | 250           | 40        | 152   | 152      |
| II   | 729 900        | 100–150                | 400           | 25        | 18 247                                      | –        |
|  |                |                        | oder 500      | 20        | –   | 14 598   |
| III  | 8 800          | 50–100                 | 1000          | 10        | 88  | 88       |
| IV   | 1 165 900      | 10– 50                 | 2000          | 5         | 5 829                                       | 5 829    |
| V  | 598 000        | 0– 10                  | 5000          | 2         | 1 196                                       | 1 196    |
| Insgesamt: 2 506 400<br>ohne die Fläche<br>«Pappeln» und<br>«Übrige Nadelhölzer» |                |                        |               |           | 25 512                                      | 21 863   |

Aus den angeführten Gründen ergibt sich die enge Wechselwirkung zwischen Holzernte und Erschliessung in den Gebirgswäldern Griechenlands, die von vielen Faktoren beeinflusst wird. In jedem konkreten Fall soll ein eingehendes Studium über die massgebenden Faktoren stattfinden, die bei der Wahl der Holzerntemittel und -verfahren im Zusammenhang mit der Erschliessungsart und -dichte berücksichtigt werden müssen.

## Résumé

### Influences mutuelles entre la récolte du bois et la dévestiture dans les forêts montagnardes de Grèce

Le genre et la densité de la dévestiture forestière, ainsi que les occurrences et les nécessités de l'entreprise forestière, des interventions sylvicoles, de la protection de la forêt et du milieu naturel, du potentiel de main d'œuvre et des conditions locales et forestières régnant dans les forêts de montagne grecques, influencent le choix des moyens et des procédés de récolte du bois et le degré de sa mécanisation.

Une étude approfondie des facteurs sus-mentionnés est indispensable, car elle contribue à déterminer le degré d'influence mutuelle entre la récolte du bois et la dévestiture forestière dans les forêts montagnardes grecques.

De cette étude, que l'on doit faire dans chaque cas concret, il résulte généralement que:

1. L'exploitation forestière doit conserver les méthodes traditionnelles de récolte et de débardage dans la mesure où celles-ci sont encore considérées comme satisfaisantes, dans l'état actuel des forêts jardinées de notre patrie, car ces régions forestières sont sous l'influence de facteurs divers.
2. Pour le débardage, on se limitera à une mécanisation peu poussée (sous-mécanisation). En effet, celle-ci est moins dangereuse que la sur-mécanisation, qui, elle, nécessite des machines à haut rendement fort coûteuses et qui surcharge considérablement l'entreprise, la rendant antiéconomique.
3. La sous-mécanisation convient mieux à la sylviculture grecque, mais elle ne peut à elle seule résoudre tous les problèmes. C'est pourquoi la construction d'un réseau routier approprié, qui réponde aux exigences de la récolte du bois ainsi qu'à celles de l'exploitation forestière et s'adapte aux conditions locales et forestières, est nécessaire.

### Literatur

#### I. Bücher (Verfasserschriften)

1. Hafner, F. 1964: Der Holztransport. Österr. Agrarverlag, Wien, 460 S.
2. Hafner, F. 1971: Forstlicher Strassen- und Wegbau. Österr. Agrarverlag, Wien 362 S.
3. Knigge, W., Schulz, H. 1966: Grundriss der Forstbenutzung. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 584 S.
4. Pestal, E. 1961: Seilbahnen und Seilkräne, Fromme, Wien und München, 544 S.
5. Samset, I. 1966: A pilot study of the logging and transport problems in the forest areas of the Acheloos Watershed. Norwegian Forest Research Institute, Vollebakk, 151 S.
6. Löffler, H., Triminger, I. 1977: Nutzen-Kosten-Untersuchung über den forstlichen Wirtschaftswegbau. Landwirtschaftsverlag, H. 202, D-4400 Münster Hiltrup, 180 S.

#### II. Bücher (ohne Verfasser)

7. Über die Waldverteilung Griechenlands, (griech.), 1964. Hg.: Agrarministerium, Generalforstdirektion, Athen, 240 S.
8. Jahresbericht von statistischen Daten der griechischen Forstwirtschaft, (griech.) 1974 bis 1980. Hg.: Agrarministerium, Generalforstdirektion, Athen.

9. Entwicklungsplan für Forstwirtschaft 1976–1980, (griech.), 1976. Hg.: K.E.P.E. und Ministerialforstabteilung, Athen 85 S.
10. Projekt für langfristiges Planen und Entwicklungsmassnahmen der Forstwirtschaft und der Holzindustrie, (griech.), 1969. Hg.: Ministerium für Koordinierung, Athen, 131 S.

### III. Erschienen in einer Reihe/Serie

11. Agrarministerium, Generalforstdirektion. 1973 bis 1981. Bestimmung der Grenzwerte für Holzernarbeiten, (griech. Rundschreiben), Athen.
12. *Efthymiou, P.N.* 1977: Stand und Rationalisierungsperspektiven bei der Nutzung der Staatswälder. Teil A: Allgemeines und Walderschliessung (griech.) Ministerialforstabteilung, Athen 23 S.
13. *Katenidis, K.* 1972: Cable logging in greek mountain forests Project UNSF/FAO/GRE: 20/230, For. Nr. 6, Athens, 24 S.
14. *Katenidis, K.* 1972. Skidding by articulated frame-steered tractor in steep terrain. Project UNSF/FAO/GRE: 20/230, For. Nr. 7, Athens, 36 S.
15. *Rowan, A.* 1974: A review of classification of terrain and operational Systems. FAO/ECE/ILO, Study Group of mechanization of forest work, TIM/EFC/Wp. 1/GE. 3/3, p. 9.
16. *Samset, I.* 1971: Classification of terrain and operational Systems. FAO/ECE/ILO, Symposium on forest operations in mountains regions, Krasnodar, LOG/SYMP. 5/3.
17. *Samset, I.* 1981: Wind and cable systems in Norwegian forestry. Norwegian Forest Research Institute. ÅS, 37, 1, S. 501.
18. *Stergiadis, G. Ch.*, 1971: Research results on the operation of Isachsen type double-drum winches for skidding pine wood Greek forests FAO/ECE/ILO, Symposium on forest operations in mountains regions, Krasnodar, LOG/SYMP. 5/3, and Annals of the School of Agriculture and Forestry of the University of Thessaloniki, Vol. 14, p. 327–384.
19. *Stergiadis, G.Ch.*, 1973: Der Holztransport mit Knickschleppern in den griechischen Wäldern. Wiss. Jahrbuch der Land- und Forstwirtschaftl. Fakultät, Univ. von Thessaloniki, 16, 1: 187–232.
20. *Stergiadis, G. Ch.* 1973: Das Wegnetz im Universitätswald von Pertuli (griech.) Wiss. Jahrbuch der Land- und Forstwirtschaftl. Fakultät, Univ. von Thessaloniki, 15 B: 267–360.
21. *Stergiadis, G. Ch.* 1974: Probleme des Holztransportes in den Bergwäldern Griechenlands (griech.). Wiss. Jahrbuch der Land- und Forstwirtschaftl. Fakultät, Univ. von Thessaloniki, 17: 247–302.
22. *Stergiadis, G. Ch.* 1975: Holzrückung durch Zugtiere in Kieferwäldern Griechenlands, (griech.). Wiss. Jahrbuch der Land- und Forstwirtschaftl. Fakultät, Univ. von Theassolinik, 18: 97–116.
23. *Stergiadis G. Ch., Karagiannis, K. N.*, 1979: The road-network of Agriculture and Forestry, Section of Forestry, Univ. of Thessaloniki, 22: 161–200.
24. *Stergiadis, G. Ch.* 1980: The opening-up of roads and wood transport in the mountain forests of Greece and aspects for their development, (griech.). Scientific Annals of the School of Agriculture and Forestry, Section of Forestry, Univ. of Thessaloniki, 23, 7: 137–197.
25. *Strømnes, R., Arversen, A., Katenidis, K.* 1972: A study of wood harvesting operations in the Greek fir and pine forests. Project UNSF/FAO/GRE: 20/230, For. Nr. 3, Athens and ÅS-Norway. 116 S.

### IV. Beiträge in Sammelwerken

26. *Stergiadis, G. Ch., Efthymiou P. N., Katenidis, K. B.* 1981: Möglichkeiten zur rationellen Mechanisierung der Forstnutzung in Griechenland. 26 S. In: Sammelbuch von Referaten des XV. Intern. Symposiums «Mechanisierung bei der Forstnutzung», Aristoteles Universität Thessaloniki, 35–60.

### V. Zeitschriften – Aufsätze

27. *Abegg, B.* 1978: Die Schätzung der optimalen Dichte von Waldstrassen in traktorbefahrbarem Gelände. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes. Mitt. 54, 2: 101–213 und Schweiz. Z. Forstwes. 129, 6: 453–485.

28. *Backmund, F.* 1966 und 1968: Kennzahlen für den Grad der Erschliessung von Forstbetrieben durch autofahrbare Wege. *Forstw. Cbl.* 85, 11/12: 342–354 und *Schweiz. Z. Forstwes.* 119, 3: 179–195.
30. *Dietz, P.*, 1979. Gibt es eine optimale Walderschliessung? *Allg. Forstz.*, 34, 17: 141–143 und 167–168.
31. *Efthymiou, P. N.* 1973: Das Stückmassegesetz beim Holzlücken mit Zugtieren im Gebirgs- wald. *Forstarchiv.* 44, 10: 209–216.
32. *Kroth, W.* 1973: Entscheidungsgrundlagen bei Walderschliessungsinvestitionen. *Forstw. Cbl.* 92, 3: 132–151.
33. *Kuonen, V.* 1965: Probleme des forstlichen Strassenbaus. *Schweiz. Z. Forstwes.*, 116, 1: 12–25.
34. *Löffler, H.* 1982: Walderschliessung als Kulturaufgabe. *Allg. Forstz.*, 37, 1/2: 12–16.
35. *Lünzmann, K.* 1968: Der Erschliessungskoeffizient, eine Kennzahl zur Beurteilung von Waldwegnetzen und seine Anwendungen bei Neuplanungen. *Forstw. Cbl.* 87, 4: 237–248.
36. *Pestal, E.* 1972: Mechanisierungsphasen der Holzernte. *Allg. Forstz.* 27, 46: 906–908.
37. *Pestal, E.* 1974: Rationalisierungsgrenzen im Gebirgsforst. *Allg. Forstztg.* 86, 1: 3–6.
38. *Pestal, E.* 1977: Neue Methoden des forstlichen Strassenbaus in Österreich mit besonderer Berücksichtigung des Felsvorschiebes/Mechanische Rücke- und Transportverfahren in Österreich. Zwei Vorträge, die an der Aristoteles Universität gehalten wurden. *Der Wald, Athen*, 75–78: 17–25 (griech. Wiederrückgabe von Prof. Dr. G. Stergiadis).
39. *Schlaghamersky, A.* 1976: Die Vorbereitung der Bestände für die Holzernte und der Transport aus der Sicht der Waldbau- und Transporttechnik, *Forstarchiv*, 47, 9: 197–200.
40. *Segebalden, G. V.* 1964. Studies of Cross-Country Transport Distances and Road Net Extension. *Studia for. suec.*, Nr. 18.
41. *Stergiadis, G. Ch.* 1965: Folgerungen aus dem Betrieb des ersten in Griechenland montierten Seilkranes für Holztransport (griech.), *Der Wald, Athen*, 36–37: 20–36.
42. *Stergiadis, G. Ch.* 1973: Anwendungsmöglichkeiten von Holzbringungsmitteln und -verfahren in den griechischen Wäldern. *Cbl. Ges. Forstwesen*, 90, 4: 244–256.
43. *Volkert, E.* 1959: Betriebswirtschaftliche Gesichtspunkte bei der Gestaltung des Waldweg- netzes. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.*, 130, 4/5: 110–117.

