

林内自動車道の構造配分(II)

開放型路線の構造配分理論

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者名	大河原,昭二
発行元	日本林學會
巻/号	53巻2号
巻号補足	
掲載ページ	p. 37-41
発行年月	1971年2月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



論 文

Ein Vorschlag zur rationellen Anordnung
des Forstwegestands (II)

Anordnung eines in beiden Richtungen eröffneten Abfuhrweges

Shōji ŌKAWARA*

林内自動車道の構造配分 (II)

開放型路線の構造配分理論

大 河 原 昭 二*

要 旨: 本報では、林内交通路として有利な開放型路線（峯越、循環型等）につき、その一般的構造配分理論を提案する。この理論は第 I 報と同様に、矩形林地をモデルとして構成、展開されているが、新たに開放（閉鎖）性の大小を示すパラメーター（ λ ）を車両走行上の確率論的考察にもとづき誘導し、この λ の登場により、費用函数の一般化を試みた。第 I 報の結論は、本報における $\lambda = \infty$ （完全閉鎖型）の場合に相当する。

(13), (14) 式を合わせ図示すれば、第 I 報の場合と全く同様に、改修条件は 3 領域に大別されるが、とくに、領域⑥内では、路線の開放（閉鎖）性が道路構造配分計画の上に及ぼす影響を図式的にとらえることができる（図-6）。

Zusammenfassung: Anschließend an der vorliegenden Mitteilung (I) schlage ich jetzt eine neue Methode zum Zweck der Anordnung eines in beiden Richtungen eröffneten Fahrweges vor.

In dieser theoretisch entwickelten Methode, welche auch auf dem rechteckig angenommenen Modell angewandt wird, spielt eine bedeutende Rolle ein Parameter λ , der mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung herbeigeführt wird, damit die Häufigkeit der Fahrt kontrolliert werde.

Somit darf das in Frage kommende, zu benutzende Forstgebiet in Hinsicht auf diese Fahrt wie in Abb. 3 angenommen werden, damit die gesuchte Problematik aufgestellt wird.

Daraus ergeben sich in Formel (15) die allgemeinen Kostenverhältnisse, welche durch das gleichartige Verfahren wie im Mitteilung (I) folgert werden. Und deren graphische Lösung wird in Abb. 6 dargestellt. In dieser Abbildung, so gut wie im (I), werden die Bedingungen zur Verbesserung des Fahrweges zwar in drei Bezirken klassifiziert, jedoch im zweiten Bezirk ⑥ freilich verändern sich auch die Bedingungen beim Verbessern des Fahrweges je nach dem Parameter λ .

Durch diese Methode, wenn die wirklichen Konstanten für diese Theorie als richtig angenommen würden, dürfte die rationelle Anordnung der Wegeklasse im allgemeinen ausgeführt werden. Damit ist es ganz klar, daß der Parameter λ mit dem langfristigen Rücksicht auf die Fahrt immer vernünftig abgeschätzt werden soll.

1. Problemstellung des erforderlichen Wegestands
beim in beiden Richtungen eröffneten
Abfuhrweg

Im Gegensatz zu dem forstlichen Fahrweg, der nur in einer Richtung eröffnet wird, finden wir neulich überall die Fahrwege, die das Forstgebiet durchlaufen, weil derartige Forstwege auch die günstigen Funktionen als die allgemeinen forstlichen Verkehrswege gewinnen können. Für solche Fahrwege wird die Antwort auf die Frage gesucht, wieviel Wegelänge

mit höherer Klasse anzuordnen seien. Dieses Problem kann durch die weiteren Anwendungen der vormaligen Methode doch praktisch gelöst werden.

Auf Grund des schematisch angenommenen Modell wie in vorliegender Mitteilung (I)¹⁾ wird diese Problematik entwickelt. Angenommen, daß vom Forstgebiet bis zu den Holzmarkt Q_1 , Q_2 ein Abfuhrweg verlaufe (s. Abb. 1). Im Anfang werde sein Wegestandard niedrig gehalten. Dann, aus dem gleichen Grund wie in vorliegender Mitteilung kommt in Frage eine Planung, diesen Fahrweg zu verbessern.

* Landwirtschaftliche Fakultät, Staatliche Univ. zu Iwate, Morioka 岩手大学農学部

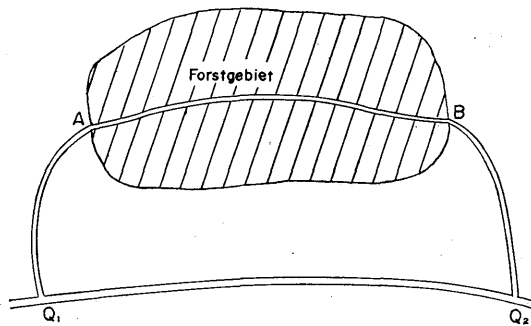


Abb. 1. Schematische Darstellung eines Abfuhrweges, dessen Route in beiden Richtungen eröffnet ist. Q_1, Q_2 : Holzmarkt

Diese Planung wird unabhängig von dem zugänglichen Teil des Fahrweges (AQ_1, BQ_2) ausgeführt.

Nun bei uns ist es gewöhnlich zu sagen, daß die vom Q_1 abgefahrenen LKW meistens durch den linken Punkt A in das Forstgebiet hinein. Gleiche Erscheinungen, wie oben erwähnt, sind auch in gegenüberliegender Seite zu beobachten. Mit anderen Worten, wollen die Fahrten gewöhnlich auf den kürzeren Bahnen gern sein. Nämlich wird das nähere Forstgebiet ungefähr durch den entsprechenden Holzmarkt benutzen. Jedoch wenn man gelegentlich über den anderen Markt passiert, kann man einen Umweg befahren. Solche Ereignisse je nach den Holzmarkt- und Arbeitskraftverhältnissen verschieden geschehen werden. Dafür ist es erforderlich, wie mir scheint, für die Häufigkeit an der Fahrt die Wahrscheinlichkeitsrechnung anzustellen.

2. Mathematisches Modell für die Betrachtungen, worin die Wahrscheinlichkeitsrechnung angewandt wird

Mit Hilfe des rechteckig angenommenen Modells wie in Abb. 2 werden die obigen Erscheinungen angenommen. Nämlich bedeutet die schraffierte Größe in Abb. 2 den Wert der Wahrscheinlichkeit an den Fahrten in Bezug auf die linke Seite. Aus

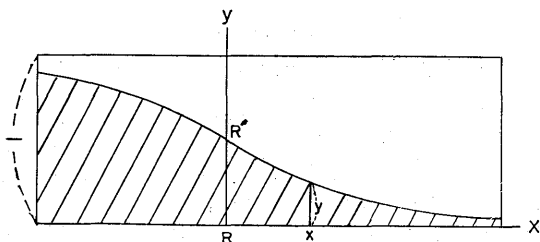


Abb. 2. Die Wahrscheinlichkeit der Fahrten im rechteckig angenommenen Forstgebiet. (Der schraffierte Teil bedeutet die Wahrscheinlichkeit, die von der Linken abhängig erscheint.)

dieser Zeichnung erkennt man, daß die Kurve y mit wachsendem x allmählich fällt. Z. B. in irgend-einem Punkt x zeigt das y die Wahrscheinlichkeit, die von der Linken abhängig erscheinen wird; und gilt $(1-y)$ für diejenige, die nicht von der Linken abhängig (d. i. nur auf die Rechte bezüglich) hervor-gebracht wird.

Deshalb gibt es jedenfalls einen Punkt R, in welchem der Wert y gleich $(1-y)$ gesetzt wird. Bei der langfristigen Betrachtung wird dieser Punkt ungefähr bestimmt werden und kann diese Kurve symmetrisch (an den Punkt R' ($y=1/2$) grenzt) verändert werden.

Diese Kurve dürfe nach ihrem Veränderungsgrad wie folgt (an Hand der Regel der unabhängigen Wahrscheinlichkeit) ermittelt werden, wenn der Punkt R zur Ursprung versetzt wird. (Um diese Kurve so einfach als möglich auszudrücken, nehme ich in der Formel eine proportionale Beziehung an, worin λ ihre Koeffizient ist.)

- 1) Wenn der Veränderungsgrad bloß mit der Wahrscheinlichkeit y beherrscht würde:

$$\frac{dy}{dx} = -\lambda(1-y) \quad \text{und} \quad \frac{dy}{dx} = -\lambda y$$

daraus ergibt sich

$$\left. \begin{aligned} y &= 1 - \frac{1}{2}e^{\lambda x} & \text{für } x < 0 \\ y &= \frac{1}{2}e^{-\lambda x} & \text{für } x > 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

- 2) In Bezug auf die Verhältnisse der Richtungen an der Fahrt würde derjenige mit zwei unabhängig verdoppelte Wahrscheinlichkeit angenommen. Wobei gibt es dort zwei Annahme: die erste würde auf der gleichzeitigen Erscheinung y von der Linken und derselben $(1-y)$ von der Rechten begründet; die zweite würde auch den gleichzeitigen Erscheinungen y und y von der gleichen Seite gebaut. Nämlich würde die erste ausgedrückt:

$$\frac{dy}{dx} = -\lambda y(1-y)$$

daraus geführt es

$$y = \frac{1}{(1+e^{\lambda x})} \dots\dots\dots (2)$$

und die letztere würde ebenso wie beschrieben:

$$\frac{dy}{dx} = -2\lambda(1-y)^2 \quad \text{und} \quad \frac{dy}{dx} = -2\lambda y^2$$

daher gilt

$$\left. \begin{aligned} y &= 1 - \frac{1}{2(1-\lambda x)} & \text{für } x < 0 \\ y &= \frac{1}{2(\lambda x + 1)} & \text{für } x > 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

Es ist schwer heraus zu finden, welche die gültigste unter oben angenommenen drei Annahmen wäre. Jedoch für die meisten, gegenwärtigen Fälle scheint mir die letztere beträchtlich geeignet zu sein, weil über die zwei Seiten betreffende Fahrt eine Betrachtung immer erforderlich ist. Und in der Rechten nach der Entfernung von R würde y ziemlich rascher gefallen, — entsprechend der Zufälligkeit, indem die beliebige zwei LKW der gleichseitigen Fahrt gehören. Hier handelt y nur die gleichzeitige Fahrt.

3. Vorschlag einer effektvolleren Formel und ihre Lösung

Aus der Formel (3) ergibt sich die Formel (4). Dabei wird der Anfangspunkt der Koordinate zum Endpunkt der Linken (wie in Abb. 3) versetzt wird. Um den einfacheren Ausdruck nehmen wir ein symmetrisches Modell an, in welchem in der Mitte der ganzen Länge des Forstgebietes der Punkt R vorhanden ist. Und weiter können wir zu benutzendes Forstgebiet als schraffierte Größe (wie in Abb. 3) annehmen. Diese Größe freilich entspricht der wahrscheinlichen Kurve auf der Formel (3).

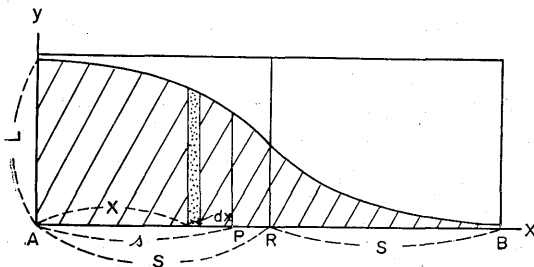


Abb. 3. Der schraffierte Teil begreift das zu benutzende Forstgebiet, das von der linksbezüglichen Fahrt abhängig ist. Diese Kurve wird auf Grund der Formel (4) vorgestellt.

$$\left. \begin{aligned} y_l &= L \left\{ 1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\lambda(S-x)+1} \right\} & \text{für } x < S \\ y_r &= L \left\{ \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\lambda(x-S)+1} \right\} & \text{für } x > S \end{aligned} \right\} \dots (4)$$

wobei

S : Die Hälfte des ganzen, rechteckig angenommenen Forstgebietes

L : Die Breite desselben

λ : Parameter

In dieser Formel (4) bemerkt man einen Parameter λ , womit die Kurve wie in Abb. 4 veränderlich ist. Nämlich, wenn dieser Parameter λ zunimmt, wird das von Q_1 wahrscheinlich zu benutzende Forstgebiet mehr nach der Linken hingezogen. Und wenn schließlich λ zu ∞ wächst, dient dem Q_1 die linke Hälfte des Forstgebietes. Deswegen dürfe man diesen Fall „beschränkter Fahrt-typ“ nennen. Das

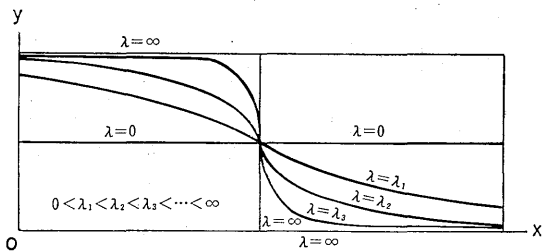


Abb. 4. Der verschiedene Wert des Parameter λ beherrscht den Typ der Fahrt. Besonders bei dem Fall des $\lambda=0$ bedeutet es „ganz unbeschränkter Fahrt-typ“ und $\lambda=\infty$ bedeutet „beschränkter Fahrt-typ“.

entspricht den vorliegender Mitteilung (I). Im Gegenteil wenn sich der Parameter λ zu 0 vermindert, läßt sich das Forstgebiet durch ganze Länge gleichmäßig benutzen. Dieser Fall also dürfe „ganz unbeschränkter Fahrttyp“ genannt werden. In diesem Sinn spielt dieser Parameter λ für die Planung des forstlichen Fahrweges eine bedeutende Rolle.

Nun wir müssen den ökonomischen Effekt durch die obige Formel darstellen. Dessen Methode wird gleich wie in vorliegender Mitteilung (I) erklärt.

Nämlich

1) Kostenersparnisse in Bezug auf die linksbezügliche Fahrt: y (für $0 < s < S$)

a) Die Ersparnisse, welche das von dem verbessert angenommenen Wegeteil (zwischen A und P in Abb. 3) herbeizuschaffende Produkt genießen wird: y_1

$$\begin{aligned} y_1 &= D\rho \int_0^s y_l dx = D\rho L \left(\int_0^s x dx - \frac{1}{2} \int_0^s \frac{x}{\lambda(S-x)+1} dx \right) \\ &= \frac{D\rho L}{2} \left(s^2 + \frac{s}{\lambda} + \frac{\lambda S+1}{\lambda^2} \log \frac{\lambda(S-s)+1}{\lambda S+1} \right) \dots (5) \end{aligned}$$

b) Die Ersparnisse, welche das von der Waldtiefe „zwischen P und R“ herbeizuschaffende Produkt genießen wird: y_2

$$\begin{aligned} y_2 &= D\rho s \int_s^S y_l dx = D\rho L s \left(\int_s^S dx - \frac{1}{2} \int_s^S \frac{1}{\lambda(S-x)+1} dx \right) \\ &= D\rho L \left\{ s(S-s) + \frac{s}{2\lambda} \log \frac{1}{\lambda(S-s)+1} \right\} \dots (6) \end{aligned}$$

c) Die Ersparnisse, welche das von der Waldtiefe (zwischen R und B) herbeizuschaffende Produkt genießen wird: y'_2

$$\begin{aligned} y'_2 &= D\rho s \int_s^{2S} y_r dx = D\rho L s \frac{1}{2} \int_s^{2S} \frac{1}{\lambda(x-S)+1} dx \\ &= \frac{D\rho L s}{2\lambda} \log(\lambda S+1) \dots (7) \end{aligned}$$

(s. Mitteilung (I) in Hinsicht auf die Erklärung der Buchstaben.)

Demnach beträgt y als die Summe des Obigen:

$$y = y_1 + y_2 + y'_2$$

$$= D\rho L \left[Ss - \frac{s^2}{2} + \frac{s^2}{4(\lambda S + 1)} \left\{ 1 + \frac{\lambda s}{3(\lambda S + 1)} + \frac{\lambda^2 s^2}{6(\lambda S + 1)^2} + \frac{\lambda^3 s^3}{10(\lambda S + 1)^3} + \frac{\lambda^n s^n}{\frac{1}{2}(n+1)(n+2)(\lambda S + 1)^n} + \dots \right\} \right] \quad \dots\dots\dots (8)$$

Diese allgemeine Formel wurde mit Hilfe der Regel von der Unendlichen Reihe dargestellt. Offensichtlich konvergiert sie für $n \rightarrow \infty$, weil $\lambda s/(\lambda S + 1)$ immer weniger als 1 ist.

Als zwei spezielle Fälle gibt es „beschränkte“ (a) und „ganz unbeschränkte“ (b) Fahrt-type, welche schon oben bemerkt werden. Sie werden leicht gegeben, wenn man in der obigen Formel $\lambda = \infty$, $\lambda = 0$ setzt:

$$(a): y = D\rho Ls \left(S - \frac{s}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$(b): y = D\rho Ls \left(S - \frac{s}{4} \right) \quad \dots\dots\dots (10)$$

Für den allgemeinen Wert des λ ist es nicht so leicht nach der Formel (8) y zu rechnen. Jedoch kann dessen Näherungswert folgendermaßen erreicht werden. Wenn man in der Formel $\{ \} = A$, $\lambda s/(\lambda S + 1) = E$ zeichnet, darf A wie folgt abgeschätzt werden:

$$A = 1 + 2 \left[\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3} \right) E + \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4} \right) E^2 + \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{5} \right) E^3 + \dots \right]$$

$$= 1 + \frac{1}{3} E + \frac{1}{6} E^2 + \frac{1}{10} E^3 + \dots\dots\dots$$

$$= 1 + mE + m^2 E^2 + m^3 E^3 + \dots\dots\dots$$

$$= \frac{1}{1 - mE} \quad \dots\dots\dots (11)$$

in welcher m gilt

$$m = \frac{\frac{1}{3} + \frac{1}{6} E + \frac{1}{10} E^2 + \dots}{1 + \frac{1}{3} E + \frac{1}{6} E^2 + \dots} \quad \dots\dots\dots (12)$$

Folglich sind die gesuchten Kosten der Ersparnisse durch die Verbesserungen des Fahrweges gleich

$$y = D\rho Ls \left[S - \frac{s}{2} + \frac{s}{4\{\lambda(S - ms) + 1\}} \right] \quad \dots\dots\dots (13)$$

Bei dem Summieren der oben angenommenen, geometrischen Reihe ist es erforderlich die Annäherung des m , das „Quotient/ E “ gilt, vorauszusetzen. Um diese Arbeit mit leichter Mühe auszuführen, stelle ich mir folgende Abbildung (Abb. 5) vor, welche nach der Formel (12) berechnet wurde.

Wenn man in dem gegebenen Forstgebiet zu verbessernde Wegelänge s freiwillig annehmen will, kann man ohne weiters einen Wert E ($= \lambda s/(\lambda S + 1)$) bekommen. Dabei freilich bedingt es, daß der Parameter λ bereits vorausgegeben worden ist. Späterhin,

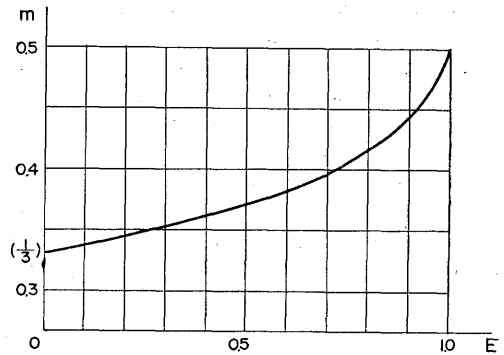


Abb. 5. Graphisch ermittelte Annäherung des m in Bezug auf E .

mit Hilfe der Abb. 5 wird die Annäherung des m gewonnen. Folglich durch die Formel (13) wird y genügt.

2) Andere Kosten d. i. die Verbesserungskosten des Fahrweges werden wie in vorliegender Mitteilung dargestellt:

$$y' = c's \quad \dots\dots\dots (14)$$

3) Zusammengefaßt davon wird der wirkliche Vorteil Y , der durch die Verbesserungen des Fahrweges hervorgebracht wird, auf gleiche Weise im I. Teil gegeben:

$$Y = D\rho Ls \left[S - \frac{s}{2} + \frac{s}{4\{\lambda(S - ms) + 1\}} \right] - c's \quad \dots\dots\dots (15)$$

4. Schaubildung der obigen Kostenverhältnisse und Folgerung

Auf Grund der oben erläuterten Formeln (13), (14) stelle ich hier eine Schaubildung dar. Die relative Veränderung der Kosten y' zu y ist von c' , s und λ abhängig. Aus dieser Abb. 6 verstehen wir die allgemeinen Kostenverhältnisse. Im Vergleich mit dieser Schaubildung entspricht die Abb. 3 in vorliegender Mitteilung einem speziellen Fall, unter welchem $\lambda = \infty$ ist.

Mit gleicher Weise wie im vormaligen Referat¹⁾ werden die folgenden Bezirke erklärt:

$$a) \quad c' > D\rho Ls$$

Die alle Verbesserungen des Fahrweges sind unzweckmäßig.

$$b) \quad D\rho Ls/2 < c' < D\rho Ls$$

Die vorteilbringenden Verbesserungen des Fahrweges sind in diesem linken Forstgebiet anerkannt, jedoch schwanken die Bedingungen, welche die Verbesserungen des Fahrweges ermöglichen, je nach dem Parameter λ . Nämlich z.B. wenn $c' = 3D\rho Ls/4$ unter dem Fall des $\lambda = 0$ (ganz unbeschränkter Fahrttyp) gilt, wird die vorteilbringenden Verbesserungen durch ganze Wegelänge S erreicht. Dabei jedoch, wenn diese Bahn dort für den beschränkten

