

Zeitschrift:	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber:	Schweizerischer Forstverein
Band:	118 (1967)
Heft:	5
Artikel:	Die Planung von Waldstrassennetzen mit Hilfe von Luftbildern
Autor:	Waelti, H.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-764294

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Planung von Waldstraßennetzen mit Hilfe von Luftbildern

Von *H. Waelti*, Victoria, B. C.

Oxf. 383.1:587.6

Einleitung

Ein sorgfältig geplantes und ausgeführtes Waldwegnetz ist unerlässlich für die wirtschaftliche und nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern.

Trotz raschen Fortschritten in der Technologie kann angenommen werden, daß noch für lange Zeit kein Ersatz für gut geplante Wegnetze gefunden werden wird und daß sich die Transportmittel mit Ausnahme von Spezialfällen nicht grundlegend ändern werden. Die größten Änderungen können in der Rücktechnik und der Aufarbeitung im Walde erwartet werden, also bei den Prozessen, die an den Zweigen eines Wegnetzes stattfinden. Diese Feststellung ist ein wichtiges Argument für die generelle Planung: Wenn einmal die Hauptabfuhrlinien festgelegt sind, lassen sich sekundäre und temporäre Wege neuen Erfordernissen anpassen, ohne den Nutzen der Hauptstraßen zu vermindern. Ein generelles Wegnetz darf daher nicht ein starres Gefüge sein, das, einmal festgelegt, unanpaßbar technischen Entwicklungen trotzt. Anderseits aber müssen die Hauptabfuhr Routen doch genügend großzügig und weitblickend angelegt werden, um für voraussehbare Zeiten den Anforderungen zu genügen. Ein generelles Wegnetz muß daher in den Hauptachsen stabil, in den Verzweigungen aber anpaßbar sein.

Aus dem Vorhergesagten ergibt sich, daß ein generelles Wegnetz vor allem einen Plan darstellt, in die Zukunft blickend und daher mit Ungewißheiten behaftet. Ein Plan soll nicht nur Tatsachen festlegen, sondern auch Fragenkomplexe ans Licht bringen, wo solche erkannt werden können. Ein Plan ist daher selten ein fertiges, endgültiges Produkt, sondern muß immer wieder neuen Erkenntnissen und Entwicklungen angepaßt werden, um nicht seine Gültigkeit zu verlieren. Generelle Waldstraßenpläne bilden hier keine Ausnahme.

Die Planung ist besonders wichtig, wo es sich um große Waldareale handelt, die bis anhin noch keinen Zugang haben. Diese Situation ist vor allem in unterentwickelten Regionen anzutreffen. Die Ausführung großer Waldwegnetze zieht sich oft über Jahre oder Jahrzehnte hinaus; anderseits ist es

aber nicht möglich, auch nur das erste Teilstück zu bauen, ohne daß man einen generellen Plan vor sich hat. Dies bedingt, daß Methoden gefunden und angewendet werden, die erlauben, mit geringem Personal- und Sachaufwand Transportrouten zu studieren, auszuwerten und festzusetzen. Die nachfolgend beschriebene Methode beruht auf Erfahrungen des Verfassers in Britisch Kolumbien (Kanada); sollte aber grundsätzlich überall anwendbar sein, wo die Aufschließung von Waldarealen mit Straßen geplant ist.

Aufgabe und Grundlagen der generellen Planung

Bevor die generelle Planung begonnen werden kann, muß man sich klar sein über den Zweck, den das Straßennetz erfüllen soll. Außer dem Transport von Forstprodukten muß auch der Zugang ins Gebiet für waldbauliche Maßnahmen, für Verwaltungszwecke, zur Erholung und zur Erschließung eventuell vorhandener Bodenschätze berücksichtigt werden. Erst wenn alle diese Faktoren analysiert worden sind, kann man sich ein Bild über die zu erwartende Verkehrsdichte und Zusammensetzung des Verkehrs machen. Es wird hier angenommen, daß diese Probleme untersucht worden sind und die Erfordernisse, soweit sie die Wegplanung betreffen, bekannt sind.

Die Planung ist somit vor allem ein straßenbau- und transporttechnisches Problem. Sie soll die Fragen: Wo sollen die Straßen gebaut werden? Auf welche Breite und Ausbaugeschwindigkeit? Wieviel wird die Bauausführung kosten? Und welche technischen Probleme werden sich dabei stellen? beantworten. Um diese Fragen beantworten zu können, muß das Gelände in seiner Gesamtheit und auf Grund seiner Eignung für den Straßenbau untersucht und klassifiziert werden. Dabei sind die folgenden Kriterien die wichtigsten:

- Topographie (Steilheit und Oberflächengestalt des Geländes);
- Bodentyp (Zusammensetzung und Gründigkeit des Bodens);
- Bodenfeuchtigkeit und Oberflächen-Abflußsystem;
- Lokalität von Kontrollpunkten (Pässe, Brückenköpfe, Felsabstürze usw.).

Die Frage ist nun, wie können diese Eigenschaften des Geländes und Untergrundes in unaufgeschlossenen Gebieten, die sich über Dutzende und Hunderte von Quadratkilometern ausdehnen, innert nützlicher Frist und mit möglichst geringem Aufwande untersucht, kartiert und ausgewertet werden? Die folgenden Ausführungen sollen zeigen, wie diese Aufgabe mit Hilfe von Luftbildern gelöst werden kann.

Die erste Aufgabe des Planers ist, sich eine gründliche, dreidimensionale Übersicht über die Reliefformen zu erwerben. Dies erfolgt am besten, besonders wo das Gebiet dicht mit Wald bestockt ist, durch stereoskopisches Betrachten von Luftbildern. Gleichzeitig sollen auch topographische, geologische und vegetationskundliche Karten und Berichte, sofern solche vorhanden sind, studiert werden. Wo diese Unterlagen vollständig fehlen, geben

kleinmaßstäbliche Photomosaiks gute Übersicht über die Topographie, das Flußsystem und die Bewaldungsverhältnisse. Es muß immer wieder davor gewarnt werden, sich ins Gelände zu begeben, bevor man sich möglichst gründlich über die Gegend orientiert hat.

Für die generelle Planung großer Gebiete eignen sich Photographien von nicht größerem Maßstabe als etwa 1:30 000 am besten; für kleinere Gebiete und Detailarbeit ist ein Maßstab von etwa 1:15 000 nötig. Für die Interpretation in bewaldeten Gebieten sind Aufnahmen mit engem Bildwinkel Weitwinkelbildern überlegen und unerlässlich bei Maßstäben von weniger als etwa 1:15 000.

Nachdem man sich über die großräumlichen Eigenschaften der Gegend gründlich orientiert hat, wird es möglich sein, die natürlichen Straßenrouten zu erkennen, und die Detailarbeit der Luftbildinterpretation kann sich auf diese beschränken.

Luftbildinterpretation

Luftbilder geben ein exaktes und detailliertes Replika des Geländes und was darauf wächst oder durch Menschenhand geschaffen worden ist. Luftbildinterpretation ist die Analyse aller Formen und Bildnisse, die bei stereoskopischer Betrachtung ersichtlich sind, und deren Beurteilung und Deutung für einen bestimmten Zweck. Die Aufgabe des Planers von Straßen ist, von diesen Formen und Bildnissen Kriterien über die Eignung des Terrains für den Straßenbau abzuleiten. Photointerpretation beruht auf deduktiver Denkweise. Die gesuchten Qualitäten und Eigenschaften können meistens nicht direkt gesehen, sondern müssen auf Grund indirekter Evidenz interpretiert werden. In dichtbewaldeten Gebieten ist dies besonders der Fall, weil der Kronenschluß die Mikrotopographie oft vollständig verwischt. Anderseits aber geben gerade das Bestandesbild und die Baumartenverteilung oft wichtige Aufschlüsse über technische Eigenschaften des Bodens (Waelti, 1966). Mehr als anderswo ist es bei der Photointerpretation für tiefbautechnische Zwecke in bewaldeten Gebieten nötig, auf Grund von Beobachtungen naturwissenschaftlicher Art auf technische Eigenschaften des Terrains zu schließen. Ohne diese Fähigkeit des Interpretors wird die Luftbildinterpretation in bewaldeten Gebieten nur unvollständige Angaben erzeugen.

Erfahrungen in Britisch Kolumbien haben gezeigt, daß in unerschlossenen Waldarealen Luftbilder die beste Grundlage zur Abschätzung straßenbautechnischer Probleme bilden. Es ist äußerst wichtig, daß bei der Bildinterpretation methodisch vorgegangen wird. Oberflächliche Betrachtung wird selten durch das Oberflächenbildnis hindurchdringen und daher nur unzuverlässige Angaben über den Untergrund liefern. Die nachfolgende Darstellung zeigt auf schematische Art die Arbeitsmethode qualitativer Luftbildinterpretation für die Planung von Wegnetzen.

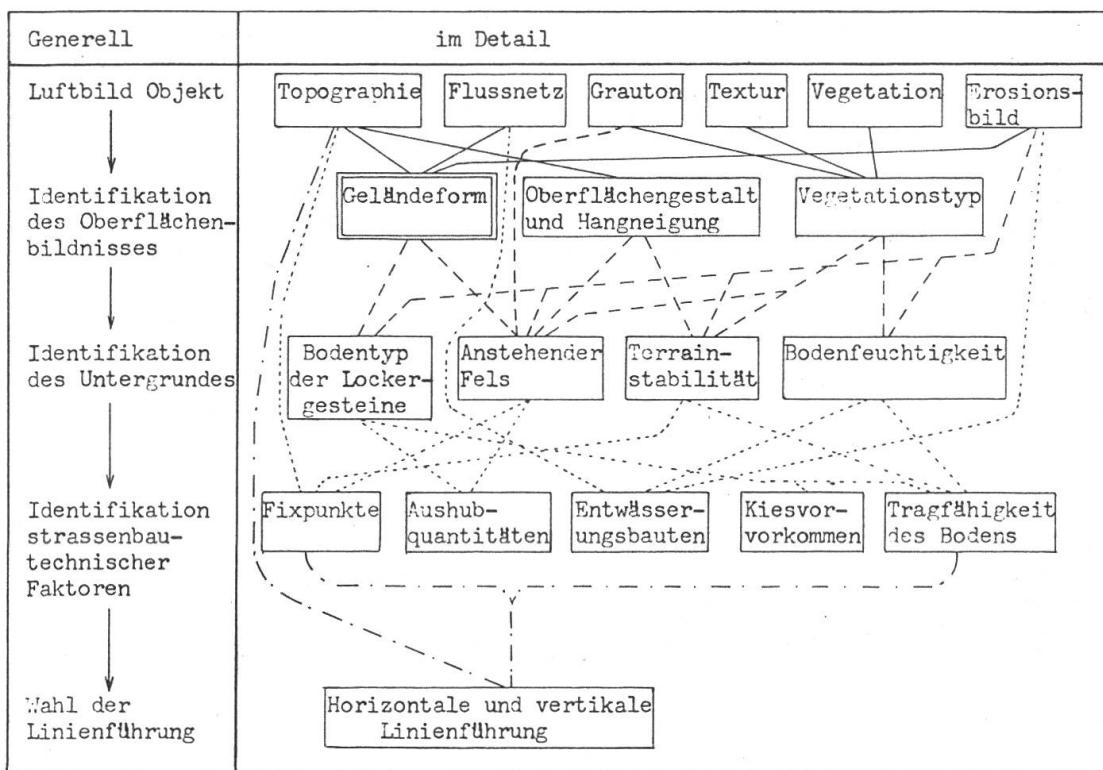


Tabelle 1
Arbeitsmethode der qualitativen Luftbildinterpretation

Die linke Seite von Tabelle 1 zeigt generell, die rechte Seite im Detail, wie durch systematisches Vorgehen die straßenbautechnischen Qualitäten des Geländes herausgeschält werden. Wenn die Linien auf den ersten Blick auch verwirrend scheinen mögen, so sollen sie vor allem zeigen, wie intrikat die Zusammenhänge sind. Erst wenn eine Reihe von verschiedenen Wahrnehmungen dieselbe Gelände- oder Bodenqualität anzeigen, kann diese als wahrscheinlich angenommen werden (Prinzip der konvergierenden Evidenz). Über die Schlüsselstellung der «Geländeform» wird nachfolgend hingewiesen werden.

Klassifikation der Geländeformen

Die Geländeform ist eine natürliche Geländeeinheit, entstanden durch einen bestimmten Vorgang abtragender oder aufbauender Erdoberflächenumwandlung und gekennzeichnet durch bestimmte Formen und Qualitäten, die erkannt und objektiv beschrieben werden können.¹

¹ Für Diskussion des Begriffes «Geländeform», wie er hier gebraucht wird (englisch «landform»), ist auf Lueder, 1959 und Nakano verwiesen.

Korrekte Interpretation und Abgrenzung der Geländeformen ist die wichtigste Aufgabe, bevor die technischen Bodeneigenschaften abgeschätzt werden können. Die folgende Darstellung (Tabelle 2) gibt die wichtigsten Formen an, die erkannt werden müssen, sollen die technischen Bodeneigenschaften korrekt interpretiert werden. Die Tabelle ist keineswegs vollständig und gibt in den Unterformen nur eine Auslese der wichtigsten Erscheinungen. Wie die Zusammenstellung zeigt, sind vor allem Erosionsablagerungen von Interesse. Die meisten Erosions- und Transportvorgänge sind mit einer Sortierung des Materials verbunden, und daher können durch korrekte Identifikation dieser Vorgänge und der daraus folgenden Geländeformen mit großer Sicherheit die Zusammensetzung und die technischen Eigenschaften des Ablagerungsmaterials vorausgesagt werden. Abbildungen 1 und 2 sind Beispiele der Geländeformausscheidung, während Abbildung 3 einen Kartenausschnitt im Photomaßstab mit eingezeichneten Wegrouten darstellt.

Klassifikation nach Bodeneigenschaften und Topographie

Das Herausschälen der technischen Eigenschaften von Gelände und Boden durch Interpretation von Luftbildern kann nur zum Ziele führen, wenn systematisch vorgegangen wird. Bodentyp, Bodenfeuchtigkeit, Geländeneigung und Oberflächengestalt sind vier voneinander mehr oder weniger abhängige Faktoren, die überall gleichzeitig vorkommen und in ihrer Gesamtheit, individuell aber in ungleichem Maße, weitgehend die Baukosten bestimmen. Sie müssen daher separat identifiziert werden, um zu ermöglichen, daß verschiedene Routen objektiv miteinander verglichen werden können. Die Tabellen 3 bis 6 stellen Klassifikationschemata der vier genannten Faktoren dar, die sich hauptsächlich auf Luftbildinterpretation aufbauen. Es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit dieser Tabellen erhoben. Sie sollen vor allem zeigen, welche Gelände- und Bodeneigenschaften erkannt werden können und müssen, soll die Planung von generellen Wegnetzen mit Hilfe von Luftbildern erfolgreich sein.

Es kann aber wohl kaum erwartet werden, daß alle Eigenschaften nur auf Grund der Interpretation korrekt erfaßt werden können. Wo Zweifel bestehen, ist es wichtig, daß die Interpretation im Gelände verifiziert wird. Nur so kann sich der Interpretator weiterbilden und Sicherheit in der Interpretation erlangen. Verifikation im Gelände ist besonders wichtig an kritischen Stellen und wenn der Interpretator in einer ihm wenig bekannten Gegend arbeitet. Luftbildinterpretation und nachfolgende Feldarbeit müssen einander ergänzen und in ihrer Intensität dem Zweck der Untersuchung angepaßt sein (Mollard, 1960).

² Tabelle in englischer Fassung aufgestellt von R. W. Edwards, Photo Interpretation Engineer, B.C. Forest Service, dessen Beihilfe auch an den andern Tabellen und der Auswahl der Abbildungen bestens verdankt wird.

Tabelle 2

Klassifikation und Benennung der wichtigsten Geländeformen²

<i>Ursprung der Geländeform</i>	<i>Hauptformen</i>	<i>Unterformen</i>
Glazial	Grundablagerungen	Grundmoräne Drumlin
	Ablationsablagerungen	Endmoräne Laterale Moräne
Fluvio-glazial	Diluviale Schotter	Esker Terrassen der verschiedenen Eiszeiten
Fluvial	Alluviale Terrassen	Hochwasserterrasse Kies- und Sandbänke
	Delta	Mündungsdelta Bachschuttkegel
Kolluvial	Schuttablagerungen	Schuttkegel Geröllhalde
	Rutschablagerungen	Erdrutsch Felssturz
Lacustrin	Strandablagerungen	Strandsand
	Tiefwasserablagerungen	Seeschlamm Seeton
Aeolisch	Dünen Löß	
Vulkanisch	Lavafluß Vulkanische Asche	
Hydro-organisch	Sumpf	Vernässtes Mulde Hangnässe Altwässer
	Moor	Hochmoor
	Marsch	
Fels und autochthone Verwitterungsböden auf Felsgrundlage		Felsabsturz Felskopf Felstafel Residualböden auf Fels

a) *Identifikation des Bodenmaterials*

Auf Grund der Geländeform und anderer die Bodeneigenschaft anzeigen der Faktoren (siehe Tabelle 1) können Bodentypen und Untertypen identifiziert werden. Die Einteilung in Tabelle 3 beruht vor allem auf der Textur des Materials, weil diese durch Interpretation erkannt werden kann und Ausgangspunkt aller bautechnischen Bodenbeschreibungen bildet.

Tabelle 3
Klassifikation des Bodenmaterials

<i>Bodenmaterial</i>	<i>Untertypen</i>
Fels	Anstehender Fels
Residualböden	Flachgründige Böden auf Felsunterlage
Felsblöcke und Geröll	
Grobkörniger Boden	Grobkies Feinkies Sand
Feinkörniger Boden	Schluff Lehm Ton
Gemischtkörniger Boden	mit hohem Siltgehalt mit geringem Siltgehalt
Organische Böden	

b) *Bodenfeuchtigkeit*

Tabelle 4
Klassifikation nach Bodenfeuchtigkeit

<i>Haupttypen</i>	<i>Untertypen</i>
Trocken	Sehr trocken (keine Wasserretention des Bodens) Trocken (geringe Wasserretention des Bodens)
Wechselfeucht	Frisch (Wasserretention und Niederschläge genügend, um Boden lange feucht zu halten) Feucht (hohe Niederschläge, geringe Evaporation und starke Wasserretention oder hoher Grundwasserstand halten Boden ständig feucht)
Vernässt	Naß (Boden ständig vernässt durch Zufluß von Wasser von außen; Wasser nicht stagnierend) Stagnierende Nässe

Die Erkennung der Feuchtigkeitsverhältnisse erfolgt auf Grund der Geländeform, des Bodentyps, der Anordnung der oberflächlichen Gerinne, der natürlichen Vegetation und des Klimas. Es ist wichtig zu realisieren, daß Luftbildinterpretation die langfristigen Feuchtigkeitsverhältnisse anzeigt und daher nicht von der Jahreszeit oder dem Wetter zur Zeit der Untersuchung, wie dies bei Feldarbeit leicht der Fall ist, beeinflußt wird.

c) Geländeneigung

Tabelle 5
Einteilung nach Geländeneigung

Bezeichnung	Geländeneigungsskala
flach	0— 10 %
mäßig geneigt	10— 30 %
steil	30— 60 %
sehr steil	60—120 %
abstürzend	über 120 %

Der geübte Beobachter wird mit wenig Schwierigkeit die Hangneigung korrekt schätzen; wenn Unsicherheit besteht, soll die Schätzung durch Parallaxmessung überprüft werden. Die gegebene Einteilung mag recht willkürlich erscheinen; es ist aber doch zu beachten, daß bei etwa 60 % der natürliche Böschungswinkel von losem Material erreicht wird. Wenn die Hangneigung in die Gruppe «sehr steil» fällt, ist das Trassee daher meistens vollständig in den Einschnitt zu verlegen. Hangneigungen von über 120 % zeigen meistens Fels, Konglomerate oder Ortstein an.

d) Oberflächengestalt

Tabelle 6
Einteilung nach der Oberflächengestalt

Bezeichnung	Charakterisierung
gleichmäßig eben oder geneigt	Straßenlängsprofil und Profil der Bodenoberfläche parallel; hauptsächlich Quertransport der Massen
leicht gewellt oder gefurcht	Straßen- und Bodenoberflächenprofil ähnlich; Längsbewegung der Massen < $\frac{1}{3}$ des Gesamtaushubes
mäßig gewellt oder durchfurcht	Längsbewegung der Massen $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$ des Gesamtaushubes
stark durchfurcht oder unregelmäßig geformt	tiefe Einschnitte und hohe Auffüllungen nötig, hauptsächlich Längstransport der Erdmassen, Aushubquantitäten groß
vollständig unregelmäßiges Gelände, häufig mit Fels	Profil und Massen müssen individuell berechnet werden, da keine Regelmäßigkeiten aufgestellt werden können

Klassifizierung der Oberflächengestalt des Geländes ist wichtig zur Abschätzung der Erdmassenbewegung. Diese ist aber nicht nur von der Gliederung des Geländes abhängig, sondern auch von der Wegklasse. Eine Hauptabfuhrstraße wird sich viel weniger der Oberflächengestalt anschmiegen als ein sekundärer Weg. Dies muß in Betracht gezogen werden, wenn die Oberflächengestalt bestimmt und mit dem Massenaushub korreliert wird.³

e) Fixpunkte

Eine der wichtigsten Aufgaben der Luftbildinterpretation ist, Fixpunkte und Stellen, wo bautechnische Probleme erwartet werden, aufzudecken. Diese Stellen entscheiden oft über die Linienführung und verlangen deshalb, daß korrekte Entscheidungen getroffen werden. Es ist daher sehr wichtig, daß diese Stellen, wo Bau und Unterhalt enorm teuer sein können, gründlich untersucht werden. Frühzeitiges Erkennen derselben auf Luftbildern erlaubt die nötigen Feldarbeiten zu organisieren und auszuführen. Photointerpretation ermöglicht, die Feldarbeit auf jene Stellen zu konzentrieren, die kritisch sind und wo die nötigen Daten nicht auf andere, billigere Weise beschafft werden können.

Ausarbeitung des Wegnetzes

Ausgangspunkt bilden die folgenden Grundlagen:

1. Forstliche und transporttechnische Erfordernisse;

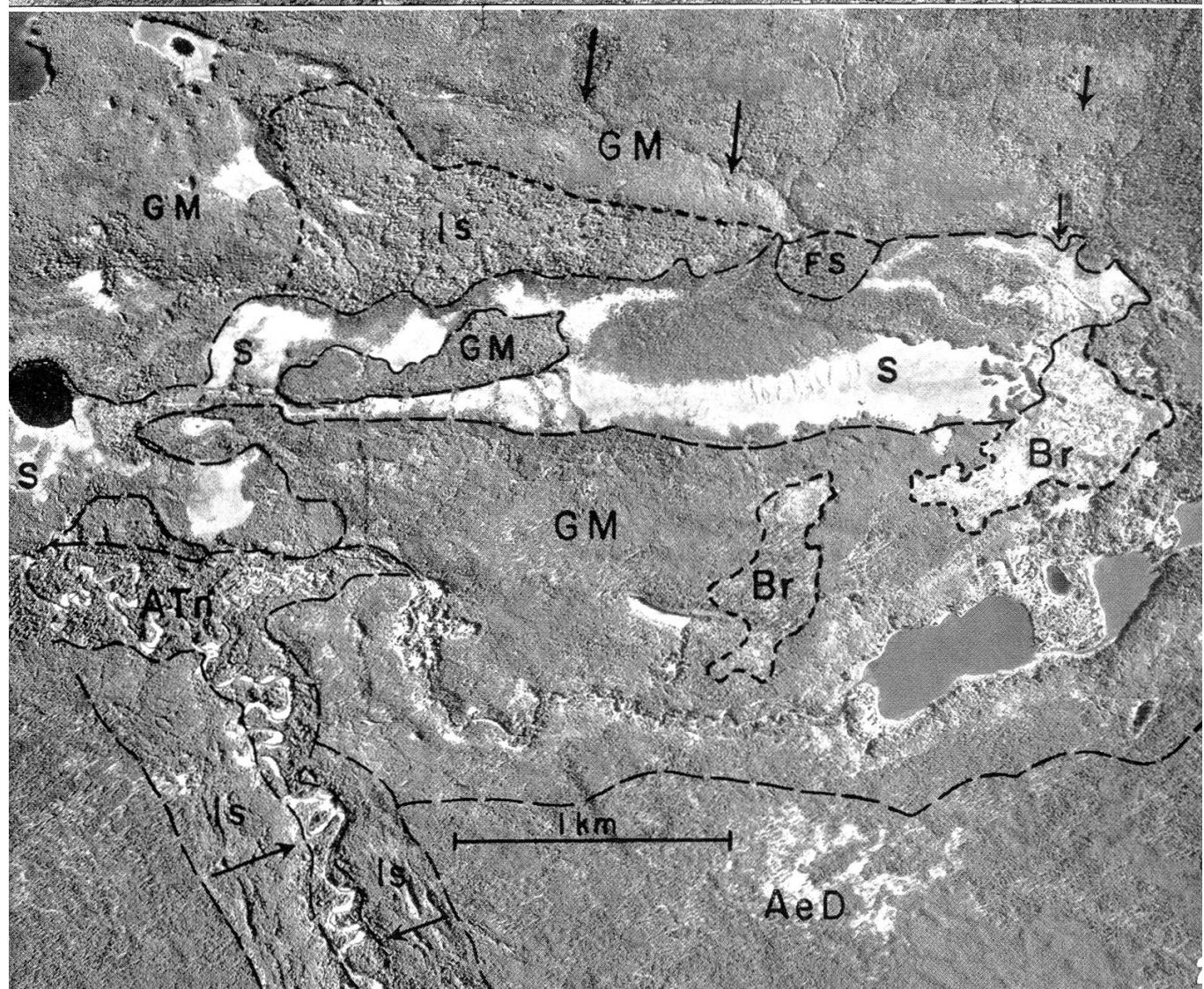
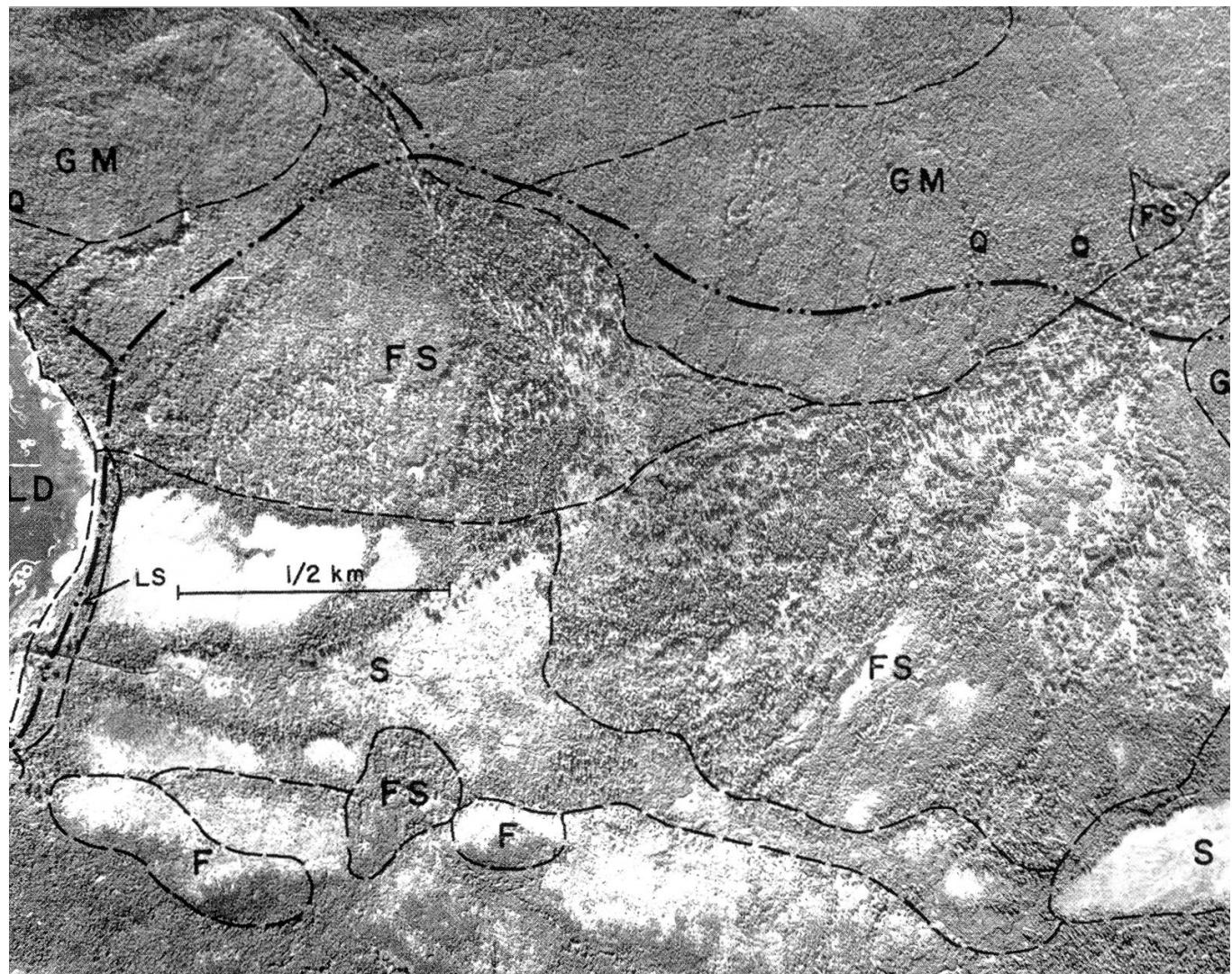
³ Durch Analyse der Aushubquantitäten und Massenbewegung von vielen Kilometern von Straße hat die Engineering Services Division des B.C. Forest Service die Korrelation zwischen Oberflächengestalt-Klasse, Hangneigung, Wegklasse und Aushubquantität empirisch festgestellt. Die Daten, in graphischer Form dargestellt, werden zur Schätzung der Erdmassen im Planungsstadium verwendet.

In Abbildung 1 sind außer Geländeformen, welche auch in Abbildung 2 erwähnt sind, ein überflutetes Seedelta (LD), angehäufter Strandsand (LS), Felsvorkommen (F) und Quellhorizonte (Q) zu erkennen. Die vorgeschlagene Linienführung (—...—) versucht erhöhte (zum Beispiel LS) und relativ trockene und nicht durch Überflutung gefährdete Geländeformen nach Möglichkeit auszunützen. Die ungleichförmigen Bestände auf den Bachschuttkegeln zeigen durch periodische Hochwasser hervorgerufene instabile Bedingungen an.

B. C. Government Luftbild

Abbildung 2 zeigt verschiedene interpretierte Geländeformen und Bodeneigenschaften. Zu erkennen sind Sanddünen (AeD), niedere Flußterrassen (ATn), glaziale Grundablagerungen (GM), Sumpfgebiete (S), ein Bachschuttkegel (FS), instabile Hänge (Is) und durch Pfeile gekennzeichnete individuelle Rutsche. Br bedeutet Waldbrandfläche. Im Dünengebiet mit stark durchlässigem Boden fehlen Bachläufe vollständig; in den glazialen Grundablagerungen sind sie je nach der Durchlässigkeit des Bodens mehr oder weniger gut ausgebildet.

B. C. Government Luftbild



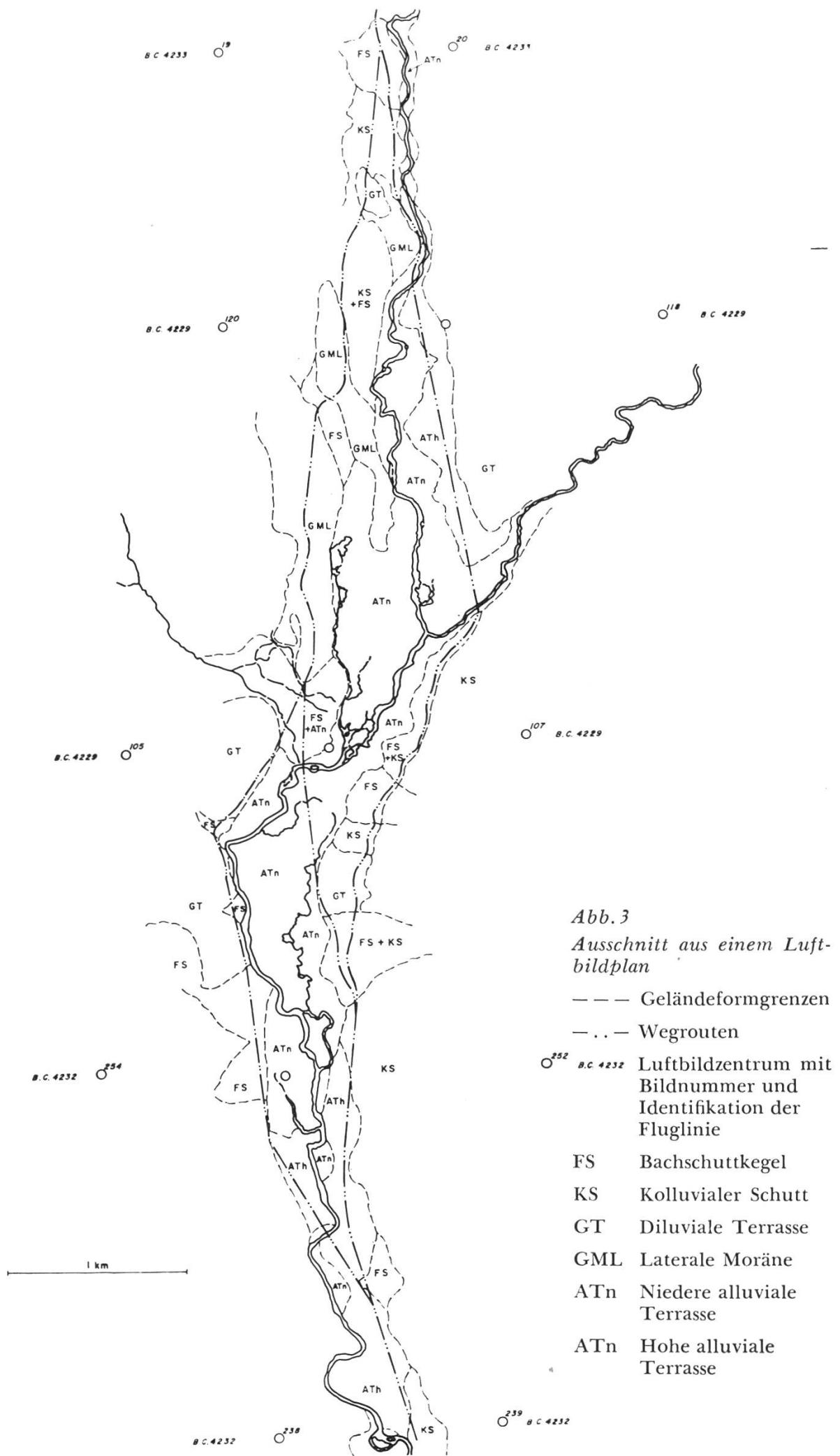


Abb. 3

Ausschnitt aus einem Luftbildplan

— — — Geländeformgrenzen

- . - Wegrouten

○²⁵² B.C. 4232 Luftbildzentrum mit Bildnummer und Identifikation der Fluglinie

FS	Bachschuttkegel
KS	Kolluvialer Schutt
GT	Diluviale Terrasse
GML	Laterale Moräne
ATn	Niedere alluviale Terrasse
ATn	Hohe alluviale Terrasse

2. Klassifikation des Geländes innerhalb mutmaßlicher Wegkorridore nach den vorgehend beschriebenen Schemata;
3. Fixpunkte, wie zum Beispiel günstige Flußübergänge, Pässe usw.

Die Auswertung der Resultate der Bildinterpretation verlangt gute Kenntnisse über die im Lande oder der Region gebräuchlichen Straßenbau-methoden und den Einfluß, den das Klima auf den Straßenbau hat. Nachdem das Gelände in seine bautechnischen Elemente und Faktoren zer-gliedert worden ist, gilt es, dieselben mit Straßenbauelementen, wie Aushub, Stabilisierung, Beschotterung und Entwässerungsbauten, in Zusammenhang zu bringen. Quantitative Erfassung dieser Zusammenhänge erlaubt recht genaue Kostenvoranschläge aufzustellen. Bei größeren Gebieten wird es meistens nötig sein, Voranschläge für verschiedene Wegklassen und Routen zu berechnen und Transportkosten für die Holzabfuhr abzuschätzen. In die Zukunft blickend sei hier darauf hingewiesen, daß der Einsatz von elektronischen Computern nicht außer acht gelassen werden sollte.

Auf Grund der Kostenvoranschläge, der horizontalen und vertikalen Linienführung, der Transportdistanzen, der mehrzweckigen Utilität des Wegnetzes und weiterer Faktoren, die je nach Gebiet von Belang sind, kön-nen nun verschiedene Möglichkeiten der Aufschließung objektiv miteinan-der verglichen und das Wegnetz, welches die wirtschaftlichste Lösung dar-stellt, bestimmt werden.

Die Wichtigkeit einer gründlichen Analyse aller Faktoren kann nicht überbetont werden. Die Entscheidungen, die bei der Ausarbeitung eines generellen Wegnetzes getroffen werden, wirken sich auf Jahrzehnte hinaus aus und beeinflussen nicht nur die Bewirtschaftung des Waldareales selbst, sondern auch die Bevölkerung, die durch den Wald Arbeit und Verdienst findet. Wo die Planung ein großes Areal umfaßt, wäre es unmöglich, durch Feldarbeit einen ebenso gründlichen qualitativen und quantitativen Überblick über das Gelände zu erhalten, wie es durch Luftbildinterpretation möglich ist. Aber auch für die Wegplanung in kleineren Arealen hat die Bildinterpretation volle Gültigkeit, weil sie zwingt, das Gebiet als Ganzes zu studieren und den Ursprung der Böden und Geländeformen zu ergrün-den, bevor die detaillierte, aber «oberflächliche» Feldarbeit begonnen wird.

Es ist nicht nötig, die vorgeschlagenen Routen im Walde zu verzeichnen. Alle Details der Bildinterpretation und der Linienführung werden auf Luft-bildern und wenn wünschbar auch auf Photomosaiks oder Transparenten im Photomaßstab aufgezeichnet (Abbildung 3). Von diesen Grundlagen aus ist es jederzeit möglich, Teilstücke im Gelände auszuarbeiten und zu ver-

Abbildung 3. Beispiel eines Luftbildplanes im Photomaßstabe mit eingezeichneten Gelände-formen und drei Varianten der Linienführung. Um die Darstellung nicht verwirrend zu gestalten, ist darauf verzichtet worden, Bodentyp, Bodenfeuchtigkeit, Steilheit und Ober-flächengestalt anzugeben.

pflocken. Die teure und zeitnehmende Detailprojektierung beschränkt sich daher darauf, kurzfristige Bedürfnisse zu erfüllen. Und da ja ein Gesamtplan besteht, kann die Feldarbeit ohne langwierige Vorbereitungen und ausgedehnte Geländerekognosierung ausgeführt werden. In Gebieten mit ausgedehnten offenen Beständen ist es auch möglich, die Detailarbeit auf photogrammetrisch erstellten topographischen Karten des Wegkorridors im Maßstabe von etwa 1:1000 bis 1:2000 auszuführen. In dichtbewaldeten Gebieten hingegen können nur durch Absteckung im Gelände die zur Projektbearbeitung nötigen Grundlagen beschaffen werden.

Jede Phase der Planung und Projektierung muß umfassend genug sein, um die gestellte Aufgabe zu lösen, soll aber nicht Arbeiten einbeziehen, die nichts zur Lösung beitragen oder erst in der nächsten Stufe erforderlich sind. Klare und unmißverständliche Definition des Zweckes und Zieles der Arbeit bei jeder Phase sind daher absolute Notwendigkeit. Nur so läßt sich mit einem Minimum von Personal und Aufwand das gestellte Ziel erreichen. Bei der Planung von Waldwegnetzen bietet die Luftbildinterpretation eine Methode, die dieses Prinzip optimal anwenden läßt.

Résumé

La planification de réseaux généraux de routes forestières à l'aide de photographies aériennes

L'établissement de projets généraux de routes forestières est un travail de planification projeté dans l'avenir et entaché de beaucoup d'incertitudes. Cette planification est particulièrement importante dans les régions très boisées dépourvues de dessertes; une telle situation se rencontre souvent dans les pays économiquement sous-développés. La construction d'un réseau de dessertes exige des dizaines d'années, mais il n'est pas possible de construire un seul tronçon sans avoir au préalable établi un plan général. Cette exigence ne peut être satisfaite qu'à l'aide de méthodes qui permettent des études de desserte exécutées avec un minimum de personnel et de frais. La méthode décrite par l'auteur a été développée à l'aide d'expériences faites en Colombie britannique.

Avant d'établir un projet général de routes, il faut être au clair sur le but de ce réseau routier. Sa planification, quant à elle, cherche à résoudre des problèmes de technique des transports et de la construction. A cet effet, il faut étudier et classer le terrain en fonction de son aptitude pour la construction routière. Les principaux critères de cette étude du terrain sont: la topographie, les types de sol, l'humidité du sol et son drainage naturel et la situation des points fixes (passages obligés, ponts, bancs de rochers, etc.). Il se pose alors la question de savoir comment ces caractéristiques du terrain et du sous-sol peuvent être étudiées, interprétées et cartographiées pour des dizaines et des centaines de kilomètres carrés de régions boisées dépourvues de voies de communication. Les photographies aériennes peuvent être une des solutions possibles. Elles permettent de donner une bonne vue général, en relief, du terrain considéré avec son système de drainage naturel et la répartition des forêts. Suivant les besoins, l'échelle moyenne de ces photographies peut varier, mais elle ne devrait pas aller au delà de 1:30 000.

L'interprétation des photographies aériennes est en fait un raisonnement déductif. En effet, les caractéristiques et les qualités du terrain recherchées pour la construction routière ne sont en général pas directement visibles, surtout dans les régions très boisées ; ces éléments doivent être déduits par l'interprétation de la couverture végétale que montre la photographie. Afin d'obtenir des résultats valables, un travail méthodique permettant d'arriver à de mêmes conclusions par recouplement de déductions est de rigueur.

L'auteur montre ensuite comment les formes du terrain, c'est-à-dire les unités naturelles du terrain, sont classifiées. L'interprétation et la délimitation des formes du terrain constituent la principale tâche à exécuter avant de pouvoir estimer les qualités techniques des sols. Un tableau classe ces configurations d'après leur origine, leur forme principale et leur forme secondaire.

La seconde opération consiste à déduire des photographies aériennes des renseignements sur les caractéristiques techniques du terrain et des sols. Il s'agit d'abord d'identifier les types de sol, c'est-à-dire leur composition, puis de les classer d'après leur humidité, leur déclivité et leur forme extérieure. Enfin, la détermination à l'aide des photographies aériennes des points fixes et des places où la construction aura des problèmes particuliers à résoudre permet de concentrer les études sur le terrain en ces points.

L'utilisation des résultats de l'interprétation des photographies aériennes exige une bonne connaissance des méthodes de construction routière en usage dans le pays ou la région considérée et de l'influence du climat sur cette construction. Tous les facteurs ainsi déterminés doivent être soumis à une analyse sérieuse, car les décisions prises lors de l'établissement d'un réseau général de routes ont un effet de très longue durée et influencent non seulement la gestion des forêts, mais aussi la population qui y trouve occupation et gain. Lorsque la planification doit se faire pour de grandes surfaces, il serait impossible d'obtenir par des relevés sur le terrain une vue d'ensemble qualitative et quantitative aussi bonne que celle que donne les photographies aériennes.

Il n'est pas nécessaire de marquer en forêt les tracés choisis ; il suffit de les dessiner sur des photoplans ou sur des transparents établis à l'échelle des photographies. A partir de ces plans, il est possible en tout temps d'étudier un tronçon en détail et de le piquer sur le terrain. Chaque phase de la planification doit être suffisamment complète pour que la tâche fixée puisse être résolue, mais elle ne doit pas prévoir des travaux qui ne contribuent pas à la solution du problème posé et qui ne sont nécessaires que dans la phase suivante. C'est ainsi qu'on peut atteindre le but fixé avec un minimum de personnel et de frais. Pour la planification des réseaux routiers généraux, l'interprétation des photographies aériennes offre une méthode qui permet d'appliquer parfaitement ce principe. *Traduction : Farron*

Literaturverzeichnis

Lueder, D. R.: Aerial Photographic Interpretation. New York, 1959

Mollard, J. D.: Airphoto Analysis and Interpretation. Regina, 1960

Nakano, T.: Landform Type Analysis on Aerial Photographs, its Principles and its Techniques. Archives Internationale de Photogrammetrie, Vol. XIV, Delft, 1962

Waelti, H.: Interpretation of Forest Stands of Engineering Purposes. The B.C. Professional Engineer, Vol. 17, No. 2, 1966