

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 111 (1960)
Heft: 9-10

Artikel: Die Planung und Projektierung von Waldaufschliessungsstrassen in Britisch-Kolumbien
Autor: Waelti, Hans
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-765639>

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 und Projektierung von Waldaufschließungsstraßen in Britisch-Kolumbien

Von *Hans Waelti*, Victoria

Einleitung

Oxf. Nr. 686.3 : 383.1

In Britisch-Kolumbien, der westlichsten der zehn kanadischen Provinzen, ist das Holz der wichtigste natürliche Rohstoff. Rund die Hälfte aller in der Provinz produzierten Werte basieren auf dem Walde und den vom Holze abgeleiteten Produkten, und erreichten im Jahre 1958 einen Betrag von 2200 Millionen sFr.

Am wirtschaftlichen Aufschwung nach 1945 nahm auch die Holzindustrie teil. Die Anzahl der Sägereien im Innern der Provinz nahm sprunghaft zu, und an der Küste vergrößerten die Zellulose- und Papierfabriken ihre Kapazität gewaltig. Die Folge davon war, daß leicht zugängliche Wälder bald ausgenutzt waren und besonders mittlere und kleine Sägewerke Mühe hatten, die Versorgung mit Rundholz sicherzustellen.

In forstlichen Kreisen forderten mehr und mehr Stimmen eine bessere Kontrolle des Staates über die Bewirtschaftung des Waldes, der zu 90% in öffentlicher Hand ist. Vor allem der Gedanke, daß fest abgegrenzte Waldareale einer nachhaltigen Bewirtschaftung unterworfen werden sollten, gewann immer mehr Anhänger. Viele kleine Siedlungen, besonders im Innern der Provinz, begründen ihre Existenz auf lokalen Sägewerken. Wollte man diese Gemeindewesen auf stabiler Basis erhalten und entwickeln, so mußte die dauernde Zufuhr von Rundholz aus den umliegenden Wäldern sichergestellt werden.

Zwei Schritte waren nötig, um dieses Ziel zu erreichen :

1. Die Ausscheidung von Waldarealen, die nachhaltig und nach forstlichen Gesichtspunkten bewirtschaftet werden sollen.
2. Die Aufschließung dieser Wälder mit einem generell geplanten Wegnetz.

Zur Lösung der ersten Aufgabe wurden sogenannte «Sustained Yield Units», d. h. «(Wald)-Einheiten nachhaltigen Ertrages» geschaffen, für welche, auf Grund des Vorrates und der Altersklassenverteilung ein Hiebsatz, der nicht überschritten werden soll, festgelegt wird.

Zur Verwirklichung der zweiten Aufgabe wurde ein sich erneuernder Baufonds zur Finanzierung von Waldstraßen angelegt und eine neue Sektion innerhalb des Forstdienstes mit der Planung, der Projektierung und dem Bau dieser Straßen beauftragt. Von einem kleinen Anfang im Jahre 1950 hat sich diese Sektion zu einer ansehnlichen Organisation mit einem jährlichen Budget von nahezu 10 Millionen sFr. entwickelt. In der Zeitspanne von 1950 bis 1959 sind über 3000 km generell geplant worden, für 1140 km wurden die Absteckung im Gelände und die Ausarbeitung der Projekte ausgeführt und 440 km Straßen sind gebaut worden.

Mit der Verwirklichung dieser zweiten Aufgabe wurde ein großer Schritt vorwärts getan in der Entwicklung von reiner Exploitation zu einer geregelten Waldwirtschaft.

Waldaufschließungswege als Spezialstraßen

Waldstraßen unterscheiden sich von Straßen, die der Ortsverbindung oder dem Schnellverkehr dienen, in verschiedener Hinsicht. Diese Besonderheiten müssen klar erfaßt und bei der Planung und Projektierung berücksichtigt werden.

Während öffentliche Straßen, hauptsächlich mit diversen Steuererträgen finanziert, einer weiten Gruppe der Bevölkerung zugute kommen, dienen Waldwege, direkt, nur einer kleinen Anzahl von Leuten, die sich mit der Nutzung und der Pflege des Waldes befassen. Waldwege müssen daher als industrielle Kapitalanlagen, die sich amortisieren müssen, betrachtet werden. Wenn auch dieser Grundsatz im Staatshaushalt nicht konsequent durchgeführt wird, so ist er doch wegleitend für die Planung. Grundsätzlich müssen bei jedem Projekt die Amortisationskosten für die Transportanlage pro Einheit des Hiebsatzes wirtschaftlich tragbar sein, und vergleichbar mit Werten, die in privatwirtschaftlichen Unternehmen gelten. Die Finanzierung und Amortisation der Baukosten, die für eine zweispurige Straße bis 100 000 sFr. pro Kilometer ausmachen können, darf daher nicht vernachlässigt werden. Gewöhnlich wird eine Amortisationsperiode von 20 Jahren gewählt, vom waldbaulichen Standpunkte aus eine sehr kurze Zeitspanne; doch darf nicht vergessen werden, daß anfänglich vor allem wirtschaftlich günstige Gebiete aufgeschlossen werden sollen, und daß eine kurze Amortisationszeit eine raschere Entwicklung erlaubt.

Nachfolgend sind die wichtigsten Punkte, in welchen sich Waldstraßen (Forest Development Roads) von Straßen des öffentlichen Verkehrs unterscheiden, aufgeführt¹:

¹ Nach: "Submission of the Engineering Services Division of the B. C. Forest Service to the Royal Commission Inquiring into the Forest Resources of British Columbia".

1. Waldaufschließungsstraßen haben den Zweck, eine bestimmte, geographisch abgegrenzte Fläche zur Nutzung, zum Schutze und zur Pflege des Waldes aufzuschließen und dienen nicht dem Verkehr zwischen Siedlungen. Die Verkehrsmittel sind hauptsächlich spezialisierte Fahrzeuge, die dem Abtransport des Holzes dienen.
2. Waldstraßen sind in erster Linie Transportanlagen, und im Gegensatz zu Straßen des öffentlichen Verkehrs bewegen sich die beladenen Fahrzeuge nur in einer Richtung; Gefälle und Gegengefälle müssen darauf Rücksicht nehmen.
3. Linienführung und Straßenbreite werden nach dem Hiebsatz, der verschiedenen Abschnitten des Wegnetzes zufällt und nach den besten Transportmethoden bestimmt. Öffentliche Straßen, im Gegensatz dazu, werden in erster Linie nach der Lage und der Größe von Siedlungen und den kürzesten Distanzen dazwischen angelegt.
4. Die Straßen sollen als permanente Anlagen gebaut werden, welche für Jahrzehnte die beste Aufschließung des Waldes gewährleisten. Ein für lange Zeit vorausberechenbares, vom Hiebsatz abhängiges Verkehrsvolumen bestimmt die Wegklasse. Im Gegensatz dazu werden öffentliche Straßen alle 20–30 Jahre erweitert und verbessert, um das ständig zunehmende Verkehrsvolumen aufzunehmen.
5. Die Kapitalauslagen sollen über eine Periode amortisiert werden, die vergleichbar ist mit privatwirtschaftlicher Praxis. Die Kosten der Transportanlage und ihres Unterhaltes sollen durch erhöhte Einkünfte aus dem Holzverkauf während der Amortisationsperiode wieder eingebracht werden.

Nachdem auf den vorhergehenden Seiten die wirtschaftliche Bedeutung des Waldes, die forstpolitische Entwicklung, welche zur Einführung eines großzügigen Programmes zur Erschließung ursprünglicher Waldareale geführt hat, und die Besonderheiten der Waldstraßen aufgeführt worden sind, sollen nachfolgend die Prinzipien, die der Planung und Projektierung zugrunde liegen und die Arbeitsmethoden beschrieben werden. Auf die Zitierung von konkreten Beispielen wird verzichtet, da sie dem Leser, der Gegend und Verhältnisse nicht kennt, doch fremd bleiben müßten. Zur leichteren Erfassung sind die Maße womöglich aus dem englischen System ins Metermaß übertragen worden. Die Bilder 1 und 2 zeigen zwei Aufnahmen zur allgemeinen Illustration des Textes.

Grundlagen der generellen Planung

Die Planung zur Erschließung großer Waldkomplexe mit Flächen von 100 bis über 1000 km² ist eine vielfältige Aufgabe. Sie hat nicht nur den wirtschaftlichsten Abtransport des Holzes zu ergründen, sondern das Pro-

blem muß weiter gefaßt werden: Welches sind die gegenwärtigen Holzerei- und Transportmethoden, wie soll der Wald nach der Erschließung bewirtschaftet werden, wo sind die Verarbeitungszentren und was für Produkte werden hergestellt, welches sind die wichtigsten Absatzgebiete, wie stark wird sich die Forstindustrie des Gebietes vergrößern, wo könnten neue Verarbeitungszentren und Siedlungen geschaffen werden usw.? Industrielle Planung und Landesplanung müssen oft in die Untersuchung miteinbezogen werden.

Während die Transportplanung für kleinflächige, intensiv genutzte Wälder in erster Linie Aufschluß für den primären Transport, das Rücken, sucht, wird bei großen Flächen nach möglichst direkter Abfuhr an eine öffentliche Transportanlage und in ein Verarbeitungszentrum getrachtet. Im Innern von Britisch-Kolumbien, für welchen Teil der Provinz diese Ausführungen vor allem gelten, wird womöglich Anschluß an eine Bahnlinie gesucht, denn die meisten Schnittwaren werden per Bahn in den Osten der Vereinigten Staaten exportiert. Die Flößerei wird vor allem an der Küste und auf einigen langgestreckten Seen im Innern praktiziert. Diese Verhältnisse müssen selbstverständlich bei der Planung berücksichtigt werden.

Da gerade die generelle Planung leicht lokalpolitisch beeinflusst wird — jede Gemeinde will, daß die Straße vor ihrer Türe beginnt oder größere Sägewerke machen ihre Ansprüche in politischen Kreisen geltend —, ist es wichtig, daß feste Prinzipien der Planung zugrunde liegen. Diese Prinzipien oder theoretischen Grundlagen sind schließlich nichts anderes als präzise Instruktionen zur Ausführung der Arbeit und sollen nachfolgend eingehend erläutert werden:

Die erste Frage betrifft die beste Art des Transportes. Der Weg, den das Holz vom Standort des Baumes zum Verbrauchsort zurücklegt, umfaßt eine Reihe von Transportarten, zwischen welche mehrere Verarbeitungsstufen eingeschaltet sind. Bäume sind ein schweres und unhandliches Material; die Konzentration von Menge und Wert pro Flächeneinheit ist relativ gering, und die Struktur eines Baumbestandes macht den Gebrauch von Fahrzeugen ohne besondere Transportanlagen schwierig. Das Rücken mit Pferd, Traktor oder Seilanlage ist nur auf kürzere Distanz wirtschaftlich. Schnellere Transportmittel, die auf speziellen Transportanlagen verkehren und daher nicht von den Terrainverhältnissen abhängig sind, müssen den Ferntransport übernehmen. Weiter muß das Transportsystem flexibel sein, denn die Schlagflächen verschieben sich ständig und werden im intensiv genutzten Walde periodisch wiederholt. Im öffentlichen Walde soll die Transportanlage den ungehinderten Abtransport von Holz verschiedener Käufer erlauben. Forstschutz und Aufsicht verlangen, daß das Gebiet jederzeit mit Fahrzeugen erreichbar ist. Alle diese Bedingungen werden am besten von einem geplanten Netz von Straßen erfüllt. Wenn auch schon der Helikopter erfolgreich zum Abtransport von Trümmern ver-

wendet worden ist, so doch nur für kürzere Distanz, nicht aber für den Ferntransport (1). Gelegentlich können auch Seilanlagen oder Wassertransport als billigste Fördermethoden in Frage kommen, aber sie alle drei erfüllen die Grundbedingung der Walderschließung nicht:

Wirtschaftlichsten Abtransport des Holzes *und* dauernden Zugang zu allen Produktionsflächen.

Zwei sich überschneidende Probleme sind es, die gewöhnlich bei der generellen Transportplanung untersucht werden müssen:

1. Bestimmung desjenigen Wegnetzes, das bei geringstem Kapitaleaufwand die geringsten Transportdistanzen und -zeiten aufweist.
2. Bestimmung der zugehörigen Wegklassen (siehe Tafel 2, British Columbia Forest Service, Minimale Dimensionen für Forststraßen).

Da zu einer vollständigen Aufschließung meistens zwei einander untergeordnete Einheiten, Hauptwege und Zweigwege, notwendig sind, müssen auch bei der Planung diese zwei Einheiten im Zusammenhang untersucht werden. Zu diesem Zwecke wird, ausgehend vom größtmöglichen Aufschließungsgebiet, die Fläche eingeteilt in:

1. Das Einzugsgebiet des Hauptabfuhrweges, also die größte transporttechnische Einheit (Development Block).
2. Die durch Zweigwege aufzuschließenden nächstkleineren transporttechnischen Einheiten (Development Units).

Gelegentlich umfaßt ein Untersuchungsgebiet auch mehrere Development Blocks.

Die nachfolgenden zwei Gleichungen zeigen, wie, bei zwei einander untergeordneten Wegeinheiten, das wirtschaftlichste Gesamtwegnetz bestimmt wird:

$$T_m = \frac{\sum (V_i \cdot Z_i)}{V} \cdot l \quad (1) \text{ und}$$

$$A = \frac{\sum (D_i \cdot k_i) + B}{V} \quad (2) \text{ wobei}$$

T_m = mittlere Transportkosten pro Volumeneinheit.

V_i = Hiebsatz eines durch Zweigweg aufgeschlossenen Teilgebietes (Development Unit).

Z_i = Transportzeit vom Schwerpunkt des Holzvorrates jedes Teilgebietes zum Terminalpunkt des Hauptweges.

l = Fahrzeugkosten pro Zeiteinheit und Volumeneinheit.

V = Hiebsatz der gesamten transporttechnischen Einheit (Development Block).

A = Amortisationsbelastung pro Einheit des Hiebsatzes.

D_i = Länge zu erstellender Wege nach Wegklassen getrennt.

k_i = durchschnittliche jährliche Amortisation pro km, getrennt nach Wegklassen.

B = jährliche Amortisation für größere Kunstbauten (Brücken).

Diese beiden Berechnungen werden für alle möglichen Kombinationen von Wegnetzen gemacht, und dasjenige mit der kleinsten Summe von $T_m + A$ stellt die wirtschaftlichste Lösung dar. Voraussetzung ist, daß genügend Angaben vorhanden sind, um alle Wegkosten und Transportzeiten zu veranschlagen. Die Annahme der Wegklassen, die erst später rechnerisch begründet wird, stützt sich auf die Hiebsätze (siehe Tabelle 1). Unterschiede in den Wegunterhaltskosten sind gewöhnlich nicht genügend groß, um berücksichtigt zu werden.

Nachdem das wirtschaftlichste Gesamtwegnetz bestimmt worden ist, kann das zweite Problem, die Überprüfung der Wegklassen, vorgenommen werden. Wenn auch meistens keine großen Änderungen von den für die Analyse verschiedener Wegnetze gemachten Annahmen zu erwarten sind, so ist doch eine rechnerische Begründung gegeben. Während vor allem die Topographie des Gebietes und die räumliche Verteilung der Produktionsflächen die Wegverteilung bestimmen, hängt die Wegklasse weitgehend vom Transportvolumen ab.

Die Kosten (K), die vom abzutransportierenden Holze getragen werden müssen, können, wie schon kurz erwähnt, eingeteilt werden in:

1. Jährliche Amortisationskosten für die Transportanlage (A).
2. Kosten des Lastfahrzeuges, oder eigentliche Transportkosten (T).
3. Jährliche Wegunterhaltskosten (U):

$$K = A + T + U \quad (3)$$

Um vergleichbare Werte zu erhalten, müssen die Kosten auf eine gemeinsame Basis, z. B. Fr. pro m^3 des Hiebssatzes pro Wegkilometer gebracht werden. *Sundberg* (2) hat obigen Zusammenhang verallgemeinert wie folgt ausgedrückt:

$$y = ax + \frac{b}{x} + c \quad (4), \text{ wobei}$$

ax der Wegamortisation entspricht,

$\frac{b}{x}$ den eigentlichen Transportkosten und

c den Wegunterhaltskosten.

Stichproben an ausgeführten Projekten haben gezeigt, daß Kosten und Transportzeiten für verschiedene Wegklassen im Prinzip diesen Bedingungen folgen. Immerhin sind noch weitere Untersuchungen nötig, um die Grenzen der Anwendbarkeit und die Abweichungen zu bestimmen. Die Unterhaltskosten für verschiedene Wegklassen bei gleichem Verkehrsvolumen sind nicht konstant, doch sind die Unterschiede nicht genügend groß, um das Endresultat zu beeinflussen. Figur 1 stellt eine graphische Lösung von Gleichung vier dar zur Veranschaulichung des Prinzipes.

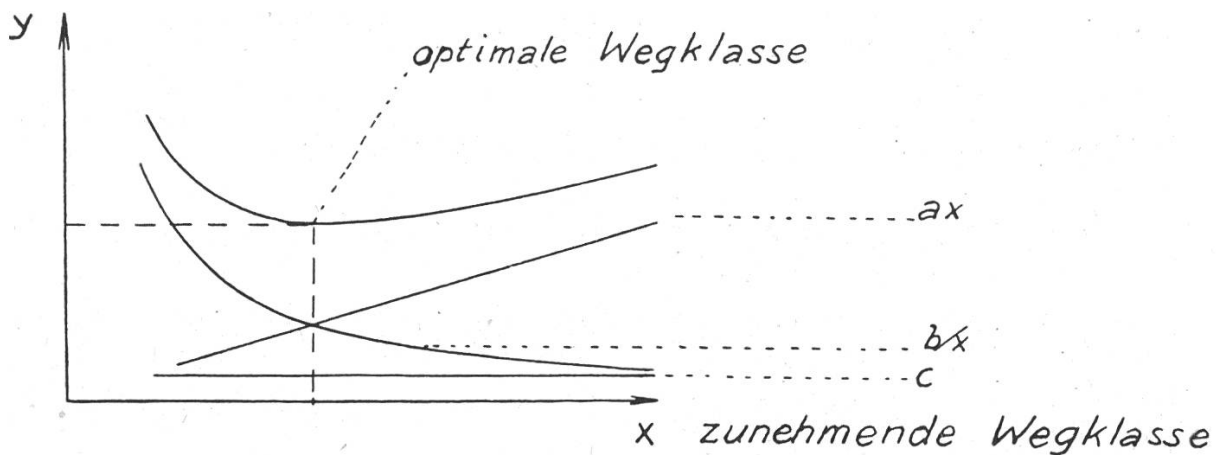


Fig. 1: Graphische Lösung von Gleichung 4.

Um den geringsten Wert von y und die dazugehörige Wegklasse x zu erhalten, wird die Ableitung von Gleichung 4 gleich null gesetzt und nach x aufgelöst:

$$y = a - \frac{b}{x^2} = 0 \quad (5)$$

$$x = \sqrt{\frac{b}{a}} \quad (6)$$

Gleichung 6 sagt aus, daß die optimale Wegklasse diejenige ist, bei welcher Amortisationskosten und Transportkosten gleich sind, denn setzt man

$$ax = \frac{b}{x}, \text{ so ergibt sich ebenso } x = \sqrt{\frac{b}{a}}.$$

Es muß an dieser Stelle betont werden, daß die Wegklasse unabhängig von der Länge des Transportes ist, sondern nur vom Transportvolumen und den relativen Baukosten bestimmt wird.

Wenn eine Straße durch verschiedene Geländeformationen führt, so muß K_i für jedes Teilstück separat berechnet werden, und es soll

$$\sum K_i = \sum (A_i + T_i + U_i) \quad (7)$$

ein Minimum sein. Dies ist nichts anderes als eine Bestätigung der allgemein üblichen Praxis, daß die Linienführung und die Wegbreite den Geländeschwierigkeiten angepaßt werden sollen.

Eine dritte Art der Rechnung ist notwendig, wo die Transportgrenzen nicht geographisch sind, sondern wo sich die Einzugsgebiete zweier Wege überschneiden. Durch Gleichsetzung der totalen Transportkosten auf den zwei verschiedenen Wegen, unter Berücksichtigung des jedem Wege zukommenden Volumens, kann die Transportgrenze rechnerisch bestimmt werden.

Gezwungenermaßen müssen die Berechnungen häufig auf Annahmen beruhen, denn vollständige Felddaten sind oft praktisch nicht möglich.

Auch greifen die drei Arten der Analyse ineinander, und bei jeder Art der Rechnung sind die Annahmen abhängig von der gesuchten Unbekannten. Schließlich aber beruhen alle wirtschaftlichen Untersuchungen auf Annahmen, und eine intelligente Bewertung der verschiedenen Faktoren, verbunden mit einer nach bestem Wissen und Gewissen ausgeführten Auswertung, ist stets besser als eine gefühlsmäßige Vermutung.

Zum Schlusse sei hier noch darauf aufmerksam gemacht, daß die Bestimmung der besten räumlichen Verteilung der Wege und der optimalen Wegklassen das Problem der Wirtschaftlichkeit der Erschließung nicht direkt berührt. Erst wenn das beste generelle Wegnetz festgelegt worden ist und die voraussichtlichen Amortisations-, Wegunterhalts- und Transportkosten bekannt sind, kann untersucht werden, ob bei den gegenwärtigen Holzerlösen die Investition des zum Ausbau des Wegnetzes nötigen Kapitals volkswirtschaftlich verantwortet werden kann.

Arbeitsmethoden der generellen Planung

Die Größe und Unzugänglichkeit der Gebiete verlangen, daß besondere Arbeitsmethoden angewendet werden. Die Arbeit wird gewöhnlich in drei Stufen ausgeführt, wobei die erste die Beschaffung und das Studium des Grundlagenmaterials ist. Dieses umfaßt:

1. Forststatistische Angaben, wie Waldfläche des mutmaßlichen Einzugsgebietes, Holzvorräte getrennt nach den Einzugsgebieten der voraussichtlichen Zweigwege (Development Units), Angaben über Zuwachs und Hiebsatz, voraussichtlichen Nutzungsplan, Vorratskarten, Angaben über die Holzartenverteilung und den Altersaufbau des Waldes.
2. Geographische Grundlagen, wie topographische Karten¹, Angaben über bestehende Straßen und die Besitzverhältnisse, Luftaufnahmen vom Maßstabe von 1 : 31 680 oder besser 1 : 15 840².
3. Forstindustrielle Grundlagen, wie Lokalität und Kapazität bestehender Sägereien und Hobelwerke, Holzerei- und Transportmethoden etc.

Mit Hilfe der Luftaufnahmen und geographischer Karten wird die Region studiert, werden mögliche Wegrouten festgelegt, mutmaßliche Distanzen gemessen, wo nötig Höhenunterschiede photogrammetrisch bestimmt, bautechnische Probleme abgeschätzt, und oft lassen sich gewisse Routen schon in dieser Phase der Planung ausscheiden. Man darf sich aber nicht trügen lassen, manch eine Route mag auf der Karte günstig erscheinen, in Wirklichkeit aber wegen lokalen Verhältnissen unpraktisch sein.

¹ Häufig sind nur topographische Karten vom Maßstab 1 : 250 000 vorhanden.

² Diese Maßstäbe entsprechen den Standard-Luftaufnahmen von Britisch-Kolumbien von 1" = 40 chains und 1" = 20 chains. (1 chain = 66 Fuß, 80 chains = 5280 Fuß = 1 Meile = 1609 m; " = inch = Zoll; chain = «Kette» = altenglisches Längenmaß).

Es ist sehr wichtig, daß alle möglichen Varianten und Kombinationen untersucht werden. Eine gewissenhafte und gründliche Vorarbeit hilft, die gewöhnlich recht mühsame Feldarbeit auf das Notwendigste zu beschränken.

Die zweite Stufe, die eigentliche Rekognoszierung im Gelände, soll folgende Angaben beschaffen:

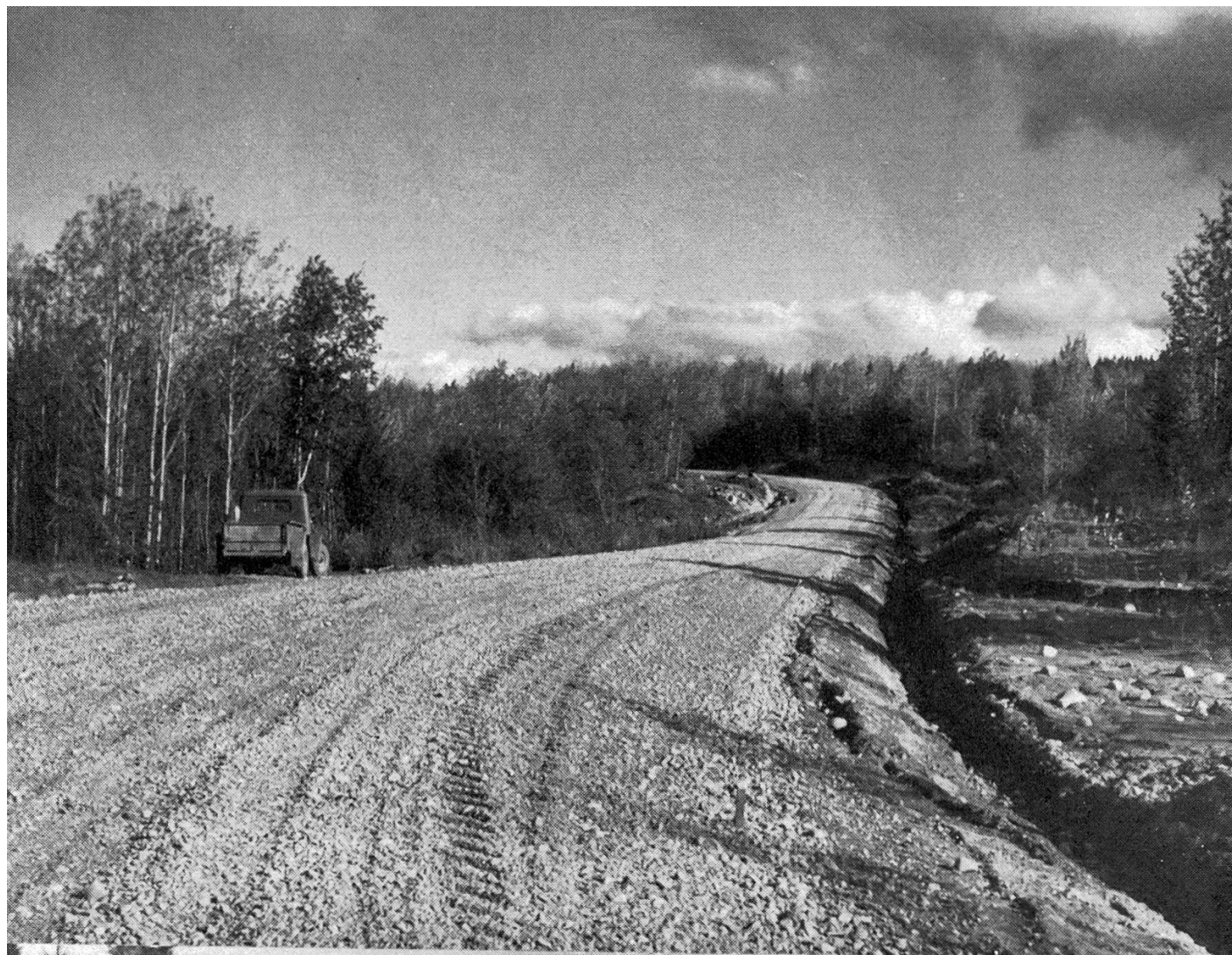
1. Die Eignung des Geländes zum Bau einer Straße bestätigen.
2. Detaillierte Notizen über Terrainform, Böden, Waldbestände, Gewässer, Bauschwierigkeiten etc., um die Aufstellung eines Kostenvoranschlages zu ermöglichen.
3. Angaben über voraussichtliche Steigungen, Gefälle und Linienführung zur Vorausberechnung der Transportzeiten und -kosten.

Die erste Phase dieser Arbeit ist gewöhnlich eine Luftrekognoszierung mit Flugzeug oder Helikopter, wobei letzterer immer mehr vorgezogen wird. Es ist wichtig, daß der Beobachter während des Fluges die Luftaufnahmen des Gebietes vor sich hat, kritische Punkte markiert und Notizen macht, oder die Beschreibung des Geländes auf Tonband aufnimmt, denn bloße Erinnerungen entschwinden rasch dem Gedächtnis.

Nach der Auswertung der Flugbeobachtungen kann entschieden werden, welche Routen und Strecken im Gelände überprüft werden sollen, und wo wegen schwieriger Geländeverhältnisse besonders intensive Arbeit nötig ist. Diese Rekognoszierung wird mit Gefällsmesser, Höhenbarometer und Kompaß ausgeführt, wobei durch Zählen der Schritte und mit Hilfe von Fixpunkten, die auf den Luftphotographien identifiziert werden können, die zurückgelegten Distanzen gemessen werden. Dauernd werden Notizen über die Neigung des Geländes und die Lokaltopographie gemacht, bei Bächen wird der Durchmesser der notwendigen Röhrendurchlässe geschätzt, es werden Probeflächen über den Baumbestand aufgenommen; kurz, es wird alles notiert, was den Straßenbau irgendwie beeinflussen könnte und notwendig ist, um die mutmaßlichen Bau- und Transportkosten abzuschätzen. Diese Arbeit verlangt gute Einfühlung ins Gelände, Kenntnisse über die Baumethoden und die Kostenvorausberechnung, und vor allem Gewissenhaftigkeit. Je nach den Geländeschwierigkeiten kann eine Zweimanngruppe pro Tag 4 bis 8 km rekognoszieren, und oft müssen die Verpflegung und Ausrüstung für mehrere Tage im Rucksack mitgetragen werden. Die Wichtigkeit einer gründlichen und sorgfältigen Feldarbeit kann nicht überschätzt werden, denn von den Schlußfolgerungen

Bild 1, oben: Naver-Ahbau Forest Development Road, Straße 2. Klasse.

Bild 2, unten: Naver-Ahbau Forest Development Road. Man beachte wie sich die Linienführung dem Gelände anschmiegt; Bestand von über 100jährigen Föhren mit Fichten im Nebenbestand. Alle Aufnahmen: British Columbia Forest Service.



hängt, man darf wohl sagen, die wirtschaftliche Zukunft des Waldes und der Bevölkerung, welcher der Wald Arbeit und Auskommen verschafft, ab.

Die dritte Phase der Arbeit endlich ist die Auswertung der Felddaten und erfolgt gewöhnlich während der Wintermonate im Hauptbüro in Victoria. Wenn auch eine Auswertung an Ort und Stelle erwünscht wäre, vor allem weil dann eventuelle Lücken in den Notizen nachgeprüft, oder zusätzliche Angaben beschafft werden könnten, so ist dies praktisch selten möglich. Erstens sind die nötigen Berechnungen recht zeitraubend und zweitens ist die Feldarbeit nur während der Sommermonate möglich, woraus sich eine jahreszeitliche Zweiteilung der Arbeit ergibt, die in Britisch-Kolumbien in sozusagen allen Branchen der Forstwirtschaft vorkommt.

Die Voranschlagung der Bau- und Transportkosten geschieht nach Methoden und mit Erfahrungszahlen, welche durch Analyse der Kosten von ausgeführten Projekten in den letzten Jahren ausgearbeitet worden sind. Die Erfassung der Erdmassenbewegung ist dabei wohl das schwierigste Problem, da meistens weder ein Längenprofil noch Querprofile vorhanden sind. Wenn auch in regelmäßigem Terrain die Hangneigung gute Anhaltspunkte für die voraussichtlichen Aushubquantitäten gibt, so können in unregelmäßigem Gelände die Erdmassen nur mit Hilfe von Profilkoten und Querprofilen mit genügender Sicherheit bestimmt werden. Diese Probleme werden gegenwärtig näher untersucht, um verbesserte Instruktionen für die kommende Feldsaison auszuarbeiten. Die Umrechnung der Baukosten auf andere Wegklassen geschieht mittels Faktoren, die an Hand der Wegdimensionen und Daten von baureifen Projekten bestimmt worden sind.

Die Abschätzung der Transportzeiten und -kosten ist vielleicht die mit den meisten Problemen verbundene Aufgabe. Die Geschwindigkeit eines Lastfahrzeuges hängt neben dem Verhältnis von Pferdestärke des Motors und dem Gewicht des Fahrzeuges vor allem vom Längenprofil und der Linienführung des Weges ab. Diese beiden letzteren Kriterien während der Rekognoszierung genügend zu erfassen ist oft schwierig. Tabellen, welche die Geschwindigkeit in Abhängigkeit von Gefälle, Linienführung und Wegklasse für verschiedene Typen von Lastwagen geben, bilden die Grundlage zur Berechnung der Fahrzeiten.

Nachdem diese Basisdaten berechnet worden sind, heißt es, sie nach den im vorhergehenden Abschnitte behandelten Prinzipien zu korrelieren und das wirtschaftlichste Wegnetz zu bestimmen. Wie aus Figur 1 ersichtlich ist, ist die Kostenkurve im Bereiche ihres Minimum recht flach und es ergibt sich oft, daß die Summe der drei Faktoren Amortisation, Transport und Wegunterhalt für zwei Wegklassen ohne signifikante Unterschiede ist, oder daß der Schnittpunkt der Amortisationskurve und der Transportkurve zwischen zwei Wegklassen fällt. In diesen Fällen wird als Regel, vor allem weil meistens der Hiebsatz sehr konservativ festgesetzt

worden ist, die höhere Wegklasse gewählt. Die folgende Tabelle gibt die den verschiedenen Wegklassen zugeordneten durchschnittlichen Hiebsätze.

Wenn auch die transporttechnischen Untersuchungen den Großteil der Arbeit bilden, so dürfen doch die Probleme der industriellen Planung am Terminalpunkt der Transportanlage nicht vernachlässigt werden. Der Staat will nicht etwa die privatwirtschaftliche Initiative hemmen oder ihr

Wegklasse	Hiebsatz in m ³ pro Jahr
1	über 300 000
2	125 000—300 000
3	50 000—200 000
4	30 000— 80 000
5	12 500— 50 000
6	weniger als 25 000

Tabelle 1 Wegklasse und zugeordnete, durchschnittliche Hiebsätze.

vorgreifen, sondern es handelt sich vielmehr darum, zu versichern, daß genügend Raum zur industriellen Entwicklung vorhanden ist. Durch Landreserven zum Beispiel wird verhindert, daß ein Unternehmen alles günstige Industrieareal aufkauft und so die Gründung von Konkurrenzbetrieben erschwert oder gar für einige Zeit verunmöglicht.

Schlußendlich wird, im Zusammenhang mit dem Nutzungsplan, ein Programm für den graduellen Ausbau des Wegnetzes aufgestellt. In erster Linie sollen überalterte Bestände erfaßt werden, oder solche, in denen sich die ersten Zeichen der Zersetzung bemerkbar machen. Das weitgesteckte Ziel ist, daß zusammen mit der Erschließung und Nutzung eine normale Altersklassenverteilung über die Wirtschaftseinheit erreicht wird, und daß graduell eine intensivere und auf waldbaulichen Grundlagen fußende Waldwirtschaft eingeführt werden kann.

Die Absteckung im Gelände und die Ausarbeitung des Projektes

Die Detailprojektierung hat zur Aufgabe:

1. Die Wegaxe im Gelände zu fixieren.
2. Die Aufnahme aller technischen Daten, die notwendig sind zur Abschätzung der Bauprobleme (wie Schneisenaushieb, Räumung der Stöcke, Erdmassenbewegung, Durchlässe, Brücken, Oberbau) und zur Ausarbeitung der Baupläne.
3. Ausarbeitung des Projektes und des Kostenvoranschlages.

Für die Absteckung der Straßenaxe und die Aufnahme der technischen Daten werden, je nach der Wegklasse, verschiedene Methoden angewendet. Die Feldarbeiten sollen nicht mehr als etwa 5 % der voraussichtlichen Baukosten ausmachen, daher, je höher die Wegklasse ist, um so sorgfältiger kann und soll die Projektierung ausgeführt werden.

Für jedes Projekt werden, bezugnehmend auf den Bericht über das generelle Wegnetz, die Wegklasse, Ausbaugeschwindigkeit und die höchstzulässigen Gefälle und Gegengefälle vorgeschrieben. Diese Spezifikationen sind in erster Linie als Wegleitung gedacht und dürfen, wenn es besondere Geländebeziehungen verlangen, überschritten werden. Die Abweichungen müssen aber auf Fälle, wo dadurch wesentlich an Baukosten eingespart werden kann, beschränkt sein. Im Innern der Provinz, wo sich ein großer Teil des Verkehrs während der Wintermonate abwickelt, kann ein kurzes Wegstück mit zu starker Steigung das Anbringen von Schneeketten bedingen, auf einer Straße, die sonst diese Maßnahme nicht verlangen würde. Die anzustrebende horizontale Linienführung wird durch die Ausbaugeschwindigkeit ausgedrückt, welche definiert ist als die durchschnittliche, von den kleinsten Kurvenradien bestimmte Geschwindigkeit, mit welcher ein Fahrzeug die Straße befahren kann. Tabelle 2 gibt minimale Kurvenradien für verschiedene Geschwindigkeiten, berechnet unter Annahme einer kompakten Kiesfahrbahn mit vierprozentiger Überhöhung.

Ausbaugeschwindigkeit	Minimaler Radius	Wegklasse
80 km/h	275 m	1 und 2
65 km/h	185 m	2 bis 4
50 km/h	109 m	3 bis 5
40 km/h	70 m	4 bis 6
30 km/h	39 m	5 und 6

Tabelle 2 Zusammenhang zwischen Kurvenradius, Ausbaugeschwindigkeit und Wegklasse.

Bei den Gefällen wird unterschieden zwischen solchen kurzer Distanz, die nachfolgend durch eine flachere Wegstrecke ausgeglichen werden und solchen, die über eine größere Distanz konstant sind. Die ersteren können auf eine Strecke von nicht mehr als etwa 130 m zwei bis vier Prozent steiler sein als für das durchschnittliche Maximalgefälle zulässig ist. Gegengefälle, bei denen das Momentum des heranfahrenden Fahrzeuges ausgenutzt werden kann, dürfen auf eine Strecke von höchstens 130 m zwei Prozent steiler sein als das höchstzulässige Maß für längere Strecken. Die folgende Tabelle gibt durchschnittliche Werte für die verschiedenen Wegklassen.

Wegklasse	Maximales Gefälle		Maximales Gegengefälle	
	< 130 m	> 130 m	< 130 m	> 130 m
1	8 ‰	6 ‰	4 ‰	4 ‰
2	8 ‰	6 ‰	4 ‰	4 ‰
3	10 ‰	8 ‰	6 ‰	4 ‰
4	10 ‰	8 ‰	6 ‰	5 ‰
5	12 ‰	8 ‰	8 ‰	6 ‰
6	14 ‰	10 ‰	8 ‰	6 ‰

Tabelle 3 Durchschnittliche höchstzulässige Gefälle und Gegengefälle für die verschiedenen Wegklassen.

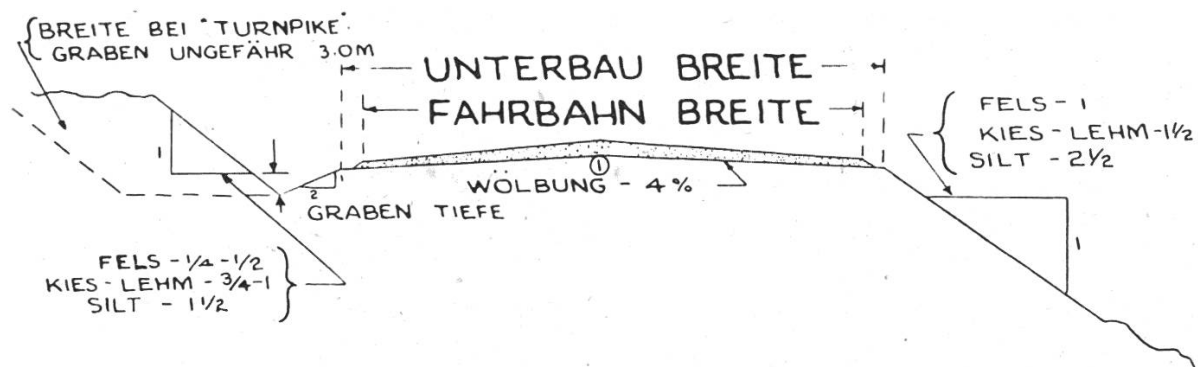
Man muß sich bewußt sein, daß ein schwerer, beladener Lastwagen nur zwischen 0 ‰ und 4 ‰ Gefälle seine maximale Geschwindigkeit entwickeln kann, die höchstzulässigen Werte gruppieren sich daher um diese Spanne. Die obigen Tabellenwerte gelten in erster Linie für hügeliges Gelände und müssen in gebirgigem Terrain oft um ein bis zwei Prozent erhöht werden.

Es muß darauf geachtet werden, daß die Geschwindigkeit, bestimmt durch die horizontale und vertikale Linienführung, für ein und dasselbe Straßenstück gleich ist. Es hat keinen Sinn, durch große Erdmassenbewegungen auf flache Kurven zu zielen, wenn das Gefälle ohnehin eine reduzierte Geschwindigkeit befiehlt.

Eine weitere Begrenzung ist die Sicherheitsgeschwindigkeit, welche in erster Linie von der Sichtdistanz abhängig ist. Der Fahrzeuglenker soll stets in der Lage sein, beim Erkennen eines Hindernisses sein Fahrzeug rechtzeitig zum Stillstand zu bringen. Auf zweispurigen Straßen ist die minimale Sichtdistanz gleich dem einfachen Bremsweg, auf einspurigen gleich dem doppelten, da ein Ausweichen nur an besonderen, verbreiterten Stellen möglich ist. Während der Absteckung im Gelände und der Ausarbeitung des Projektes müssen die drei, die Fahrgeschwindigkeit bestimmenden Faktoren korreliert werden, um eine Straße, die eine möglichst hohe und gleichmäßige Geschwindigkeit erlaubt, zu erzielen.

Neben den oben genannten Spezifikationen und Zusammenhängen zwischen Linienführung und Sichtdistanz gelten folgende Prinzipien für die Absteckung:

1. Die Linie soll, innerhalb der durch die Spezifikationen gesetzten Grenzen, durch das für den Straßenbau bestgeeignete Gelände führen.
2. Die Linienführung soll möglichst einheitlich sein und abrupte, scharfe Kurven sollen vermieden werden.
3. Bei Gefällen von mehr als 4 ‰ soll die Straßenaxe so abgesteckt werden, daß die Massenbewegung möglichst abwärts ist.



Minimaldimensionen in Metern

Klasse	Fahrbahnbreite	Unterbaubreite	Graben- tiefe ②	Wegrecht- breite ③
1	7,3—8,5	10,4	0,9	27
2	6,1—7,3	9,1	0,6	24
3	5,5—6,1	7,3	0,45	21
4	4,3	6,1	0,45	18
5	3,7	4,9	0,3	15
6	3,0	3,7	0,3	12
7	—	3,0	—	—

① Bei Erdwegen soll die Wölbung auf 6 ‰ erhöht werden.

② In Fels kann die Grabentiefe auf 15 cm reduziert werden.

③ Die Wegrechtgrenze soll mindestens 3 m vom Böschungsanschnitt sein.

N. B.: Böschungsneigung und Wegrechtbreite gelten nicht für temporäre Wege.

Tafel 2 British Columbia Forest Service, Minimaldimensionen für Forststraßen. Reproduktion und Übersetzung mit Erlaubnis des B. C. Forest Service.

Anmerkung: Straßen der Klassen 1 bis 3 sind doppelspurig, der Klasse 4 anderthalbspurig und der Klassen 5 und 6 einspurig; die Klassen 4 bis 6 werden mit Ausweichstellen versehen. Straßen der Klasse 7 werden nicht als Abfuhrstraßen betrachtet, sondern als Zugangswege zu Forsthütten etc. Sie sind daher in den Tabellen 1 bis 3 weggelassen worden.

4. Baukosten und Transportkosten müssen stets gegeneinander abgewogen werden, und es soll diejenige Route gewählt werden, welche die beste Kombination ergibt; meistens ist die kürzeste Route auch die wirtschaftlichste.

Besondere Vorschriften bestehen für die Einmündung in öffentliche Straßen, Niveauübergänge, das Kreuzen von «Pipelines» und andere Spezialfälle.

Die Projektierung der Wegnetze, die für eine Wirtschaftseinheit oft über 100 km lang sein können, wird von besonderen Vermessungsgruppen ausgeführt. Eine Gruppe von 6–8 Mann kann während 5 Sommermonaten 25–35 km abstecken.

Wie schon erwähnt, bezweckt die Absteckung vor allem die Festlegung der besten Route im Gelände und die Aufnahme der zur Ausarbeitung des Projektes und des Kostenvoranschlages notwendigen technischen Daten. Weiter muß in Betracht gezogen werden, daß die Arbeit im Walde erfolgt, wo oft dichte Bestände, Jungwuchs oder eine üppige Strauchschicht die Übersicht und lange Sichtlinien verhindern, und daß die Projekte meistens in abgelegene Täler führen, wo die Versorgung eines Campes ein nicht zu unterschätzendes Problem darstellt. Es folgt daraus, daß die Absteckungsmethode flexibel sein muß, und daß die Arbeit mit einer möglichst geringen Anzahl von Personal und einem Minimum an Aufwand durchgeführt werden soll.

Grundsätzlich wird die Straßenaxe als Polygonzug mit Stockkompaß und Stahlmeßband abgesteckt. Die Aufnahme des Längenprofils und der Querprofile geschieht mit Handnivellierinstrumenten (Abney Level). Nur in besonderen Fällen werden Theodolithe zur Winkelmessung und Präzisionsinstrumente zur Nivellierung verwendet. Da die Fehlerfortpflanzung beim Kompaß viel günstiger ist als beim Theodolithen, werden trotz weniger genauer Winkelmessung gute Vermessungsergebnisse erzielt. Und letzten Endes kommt es nicht auf die vermessungstechnische Genauigkeit an, sondern darauf, daß die Straße richtig im Gelände trassiert ist.

Je nach der Wegklasse und den Geländebedingungen wird eine von vier Absteckungsmethoden angewendet. Diese sind in einem von der Engineering Section des British Columbia Forstdienstes ausgearbeiteten Manual (3) eingehend beschrieben. Eine detaillierte Beschreibung der vier Methoden würde an dieser Stelle zu weit führen, sie sollen daher nur summarisch angedeutet werden.

Bei der ersten Methode, die nur selten zur Anwendung gelangt, wird der Polygonzug mit Präzisionsinstrumenten aufgenommen. Im übrigen aber geschieht der Ablauf der Arbeit wie bei der nachstehend erwähnten zweiten Methode.

Vorgängig der Beschreibung dieser muß bemerkt werden — und dies gilt für jede Art der Absteckung —, daß meistens keine detaillierten topographischen Karten vorhanden sind, daß bei den Luftaufnahmen ein dichter

ter Kronenschluß oft Details im Gelände verdeckt, daß ursprüngliche Wälder, besonders in flachem Terrain, sehr unübersichtlich sind, und daß der Vermessungsleiter selten die Gegend aus vorheriger Anschauung kennt. Die erste Stufe der Arbeit ist daher eine gründliche Rekognoszierung des Geländes, wobei Luftaufnahmen als «Karte» benützt werden. Man darf nicht vergessen, daß bei der generellen Planung die Route nur grob festgelegt wird, die eigentliche Trassierung aber Aufgabe der Vermessungsgruppe ist. Nachdem nun die ungefähre Straßenaxe (Nullinie) im Gelände festgelegt worden ist, wird ein Polygonzug über die Linie gelegt, nivelliert und als etwa 50 m breites Band durch Aufnahme von Höhenkurven von 1,5 m (= 5 Fuß) Äquidistanz topographiert. Auf dem so entstandenen Plane, gezeichnet im Maßstab von 1:1200 (1 Zoll = 100 Fuß) wird auf dem Feldbüro die Straßenaxe an Hand der Topographie und ergänzender Notizen über das Gelände und die Bodenverhältnisse und unter Berücksichtigung der Spezifikationen konstruiert. Diese Arbeit verlangt nicht nur eine genaue Kenntnis des Terrains und eine gute Interpretation von Höhenkurven, sondern auch sehr sorgfältige Zeichenarbeit, denn die auf dem Plane gemessenen Distanzen und Winkel bilden die Grundlage zur Berechnung der Kurven und zur Übertragung der Linie ins Gelände. Die Stationierung erfolgt alle 15 m oder wo durch das Gelände gegeben. Ausgehend vom ursprünglichen Polygonzug wird die Straßenaxe verpflockt, nivelliert, werden die Querprofile aufgenommen und die Tangentschnittpunkte außerhalb des Wegrechtes versichert. Ebenso wird alle 400 m ein Höhenpunkt versichert. Eine 20–30prozentige Bestandesaufnahme der Wegrechtfäche bildet die Grundlage zur Berechnung der Kosten für den Schneisenaushieb. Für Brücken und Durchlässe von über 1,5 m Lichtweite werden Detailpläne vom Maßstab 1:240 (1 Zoll = 20 Fuß) aufgenommen und ergänzt mit eingehenden Beschreibungen über das Bach- oder Flußbett und das Einzugsgebiet. Da der Ingenieur, der mit der Dimensionierung der Brücke oder des Durchlasses beauftragt ist, oft keine Möglichkeit hat, sich an Ort und Stelle über die Verhältnisse zu orientieren, ist es sehr wichtig, daß die Pläne und Begleitberichte ausführlich und vollständig sind. Bekanntlich werden Straßen auf Erde und mit Erde gebaut, die Untersuchung der Bodentypen mit einfachen Feldtests ist daher eine wichtige Phase der Absteckung. Zudem werden von den kritischen Typen Proben für Laboratoriumsanalysen eingesandt.

Methode drei, die vor allem bei den Wegklassen vier, fünf und sechs angewendet wird, stellt eine Vereinfachung der oben beschriebenen zweiten Methode dar. Da bei diesen Wegen die Trasseeführung sich enger dem Gelände anschmiegt als bei den Wegen der Klassen 1–3, und zudem Erfahrungen gezeigt haben, daß eine genaue Absteckung der Kurven nicht nötig ist, wird der Polygonzug als eigentliche Straßenaxe geführt. Wo notwendig, werden die Kurven, als Wegleitung für die Bauleitung, auf dem Plane angedeutet. Im übrigen geschieht eine vollständige Aufnahme der

technischen Daten wie bei Methode zwei, nur daß verschiedene Messungen vereinfacht und weniger genau ausgeführt werden.

Die vierte Methode endlich wird vor allem zur Absteckung von Wegen, die dem Forstschutz dienen, verwendet. Hier wird nur die «Nullinie» als Bussolenzug aufgenommen, das Längenprofil wird durch Messung der Gefälle zwischen den Polygonpunkten erhalten, und an Stelle von Querprofilen wird die Hangneigung in Prozent gemessen. Ergänzende Notizen über den Baumbestand, die Böden und die notwendigen Durchlässe vervollständigen die Absteckung.

Es mag hier noch erwähnt werden, daß der Vermessungsleiter nicht nur für die richtige und speditive Ausführung der Feldarbeiten verantwortlich ist, sondern daß ihm auch administrative Pflichten obliegen und er sich monatlich über den Fortschritt der Absteckung und die Kosten auszuweisen hat.

Die Ausarbeitung der Projekte und der Kostenvoranschläge erfolgt meistens während der Wintermonate auf dem Hauptbüro in Victoria. Diese Arbeit wird in den folgenden fünf Phasen ausgeführt:

- Berechnung des Schneisenaushiebes;
- Erdmassenberechnung und Massenausgleich (Unterbau);
- Durchlässe und Brücken (Kunstbauten);
- Stabilisierung der Fahrbahn und Bekiesung (Oberbau);
- Kostenvoranschlag.

Es mag interessieren, daß der Schneisenaushieb eine der kostspieligsten Arbeiten darstellt und bis ein Drittel der gesamten Baukosten ausmachen kann. Dies gerade darum, weil noch keine Möglichkeit besteht, das anfallende Holz abzutransportieren und es daher verbrannt oder außerhalb des Wegrechtes deponiert werden muß. Durch Zeitstudien wurden die wichtigsten, die Kosten bestimmenden Faktoren erfaßt, und die Vorausberechnung geschieht nun größtenteils mechanisch mit Hilfe von Lochkarten.

Die Erdmassenberechnung erfolgt mit der Endflächenformel, oder, wo an Stelle von Querprofilen nur die Hangneigung gemessen worden ist, mit Hilfe der Profilkotenmethode. Diese beruht auf der Erkenntnis, daß bei einigermaßen regelmäßigen Geländeformen die Erdmasse durch die Profilkote und die Hangneigung bestimmt ist. Die Berechnung des Längenprofils und des Massenausgleiches erfolgt unter Berücksichtigung

- der Bodenart,
- der voraussichtlichen Baumaschinen und Baumethoden,
- der zulässigen Höchstdistanzen für den Massenausgleich,
- der Spezifikationen für die Gefälle und Gegengefälle,
- des minimalen Radius' für die vertikalen Ausrundungen und
- der minimalen Sichtdistanzen.

Bei den Kunstbauten mag von Interesse sein, daß für Brücken bis jetzt ausschließlich laminierte Holzträger verwendet worden sind und mit freier Spannweite von bis zu 30 m. Wegen der einfacheren Installation werden Durchlässe kleinen Brücken vorgezogen, und es sind in den letzten Jahren solche von bis zu 100 m³/s Kapazität installiert worden. Da in unerschlossenen Gebieten selten Angaben über Höchstabflüsse vorhanden sind, ist die Dimensionierung der Durchlässe eine schwierige Aufgabe. Die Berechnung der mutmaßlichen Höchstabflüsse geschieht, einerseits basierend auf dem Einzugsgebiet mit der bekannten Formel von Strehle und andererseits, basierend auf der Form des Bachbettes mit Hilfe der Stricklerschen Gerinneformel (in der anglo-amerikanischen Literatur als Burkli-Ziegler-respektive Manning-Formel angeführt). Ausgehend von der Erkenntnis, daß jeder Bach oder Fluß ein Gerinne besitzt, das seinem periodischen Höchstabfluß entspricht, wird bei der Dimensionierung der Bauten besonders auf die Gerinneformel abgestellt.

Der Kostenvoranschlag endlich bildet den Abschluß der Projektierung (die Pläne werden von Zeichnern ausgearbeitet). Alle Einheitspreise beruhen auf Erfahrungszahlen, welche die Sektion laufend an kurrenten Projekten sammelt. Eine sorgfältige Voranschlagung der Kosten ist äußerst wichtig, denn die Baukredite werden an Hand des Kostenvoranschlages bewilligt, und es wird erwartet, daß die Straße für den veranschlagten Betrag auch gebaut werden kann. Schließlich werden die Kosten und Quantitäten mit denen des Berichtes über das generelle Wegnetz verglichen, denn nur so können Unzulänglichkeiten in den Methoden der generellen Planung erkannt und verbessert werden.

Schlußbetrachtung

Ausgehend von der Erkenntnis, daß der Wald eine der wichtigsten Rohstoffquellen darstellt, daß dieser Rohstoff dauernd erneuert werden kann und daß eine rationelle und waldpflegliche Nutzung oft an ungenügenden Transportanlagen scheitert, wurden vor zehn Jahren in Britisch-Kolumbien entscheidende Schritte unternommen, um auf großen Flächen eine geregelte Forstwirtschaft einzuführen. Die Nutzungsmethode hat oft einen entscheidenden Einfluß auf die Verjüngung und das Fortbestehen des Waldes. Viele ungenügend bestockte Flächen sind das Resultat einer durch die Transportmethoden bedingten rücksichtslosen Nutzung. Die erste Vorbedingung für eine geregelte Nutzung und damit auch der Anwendung von Waldbautechniken ist die Erschließung der Wälder mit Abfuhrwegen. Wenn auch in steilem, gebirgigem Gelände oft Seilanlagen die Stämme billiger zu Tale fördern als Wegtransport oder von der Anwendung von Helikoptern zum Abtransport von hochwertigen Stämmen aus unerschlossenen Gebieten gesprochen wird, so sind dies Spezialfälle, und

es muß stets noch die Straße als wichtigstes Erschließungsmittel angesehen werden.

Die Planung zur Erschließung großer Waldareale ist eine vielseitige Aufgabe, müssen doch nicht nur transporttechnische Belange untersucht werden, sondern oft gilt es, Probleme der industriellen Planung und der Landesplanung miteinzubeziehen. Zur Lösung der gestellten Aufgaben sind Angaben über die Waldbestände, die lokale Holzindustrie und vor allem auch über die Wegebau- und Transportkosten unerlässlich.

Durch die Erschließung der Wälder soll der rationellste Abtransport des Holzes aus allen Beständen erzielt werden und dadurch, mit der Einführung einer nachhaltigen und waldpfleglichen Nutzung, der lokalen Holzindustrie die dauernde Zufuhr von Rundholz versichert werden. Der Staat als Betreuer des öffentlichen Gutes «Wald» muß in erster Linie an seiner Erhaltung und Entfaltung zum Nutzen der Bevölkerung verantwortlich sein. Die Phase der Exploitationswirtschaft kann erst dann als ein Ding der Vergangenheit angesehen werden, wenn gleichzeitig mit der Einführung einer geregelten und nachhaltigen Nutzung des Waldes auch eine Kolonisation der Gegend stattfindet; wenn sich, beruhend auf einer stabilen Forstindustrie, an strategischen Punkten dauernde Siedlungen entwickeln.

Diese Entwicklung einzuleiten und zu fördern, darf wohl als Endziel der Erschließungsplanung angesehen werden.

Résumé

La planification et l'établissement de projets de routes forestières en Colombie britannique

L'économie forestière constitue le principal pilier de l'économie générale de la Colombie britannique. L'industrie du bois y est en pleine expansion.

L'exploitation soutenue des forêts est la condition *sine qua non* pour un développement à long terme de l'industrie du bois. Cette exploitation soutenue des forêts exige des routes forestières. C'est pourquoi, le réseau routier forestier a été fortement développé au cours des neuf dernières années.

Lors de l'établissement de projets de routes forestières, seules les exigences de la foresterie et de l'industrie du bois sont prises, par principe, en considération. Cependant, avant de commencer avec la planification générale, les points suivants doivent être mis au clair:

1. Quelles sont les méthodes actuelles d'exploitation et de transport des bois?
2. Comment la forêt sera-t-elle aménagée et exploitée après la construction du réseau routier?
3. Où sont les centres de transformation du bois et quels sont les produits qui y sont fabriqués?

4. Quels sont les débouchés de cette industrie et comment cette dernière va-t-elle se développer?
5. Où et comment peut-on créer de nouveaux centres de transformation?
6. Quelles sont les exigences de l'aménagement national?

Afin de faciliter un jugement objectif, les principes de planification sont fixés par des instructions.

Après que ces problèmes aient été analysés pour la plus grande unité considérée du point de vue de la technique du transport (Development Block), on étudie le réseau général de routes. Le réseau le plus économique est calculé à l'aide de formules. Les frais de transport moyens par unité de volume ainsi que les charges d'amortissement par unité de possibilité sont déterminés pour toutes les combinaisons possibles du réseau routier.

Après que les différents réseaux de routes aient été fixés provisoirement sur des cartes et des photographies aériennes, les tracés sont contrôlés à l'aide d'un avion ou d'un hélicoptère. Les impressions exprimées au sujet du terrain, des peuplements, etc, ainsi que les décisions prises, sont directement enregistrées sur une bande magnétique.

Toutes les possibilités qui peuvent encore entrer en ligne de compte après la reconnaissance aérienne sont reconnues sur le terrain. Tous les détails qui ont une influence sur la construction et les frais de construction sont soigneusement notés; en même temps, on détermine les points fixes et on fait le relevé des peuplements situés sur le tracé. Deux hommes relèvent ainsi 4 à 8 km par jour.

Le réseau de routes définitif est fixé après cette reconnaissance sur le terrain, et les routes à construire sont classées d'après des instructions bien définies.

L'exposé met particulièrement bien en évidence l'importance primordiale que l'on accorde en Colombie britannique à la planification.

Les projets de détails sont établis selon des directives exactes et différenciées. La classification de chaque route entraîne automatiquement la fixation de la pente maximum, de la largeur et d'autres détails du profil normal. Il est intéressant de noter que les projets de détails sont établis avec beaucoup de soins et très exactement.

L'axe de la route est piqueté sous la forme d'un tracé polygonal à l'aide d'une boussole et d'un ruban métrique. Les profils en long et en travers sont nivelés à l'aide d'un instrument approximatif (clisimètre par exemple). Le calcul des masses n'est pas négligé et on s'efforce de les compenser.

Zehnder/Farron

Literatur:

1. *Rogers, D. R.*: New Helicopters — the Answer to a Loggers Prayers. Timber of Canada, April 1959.
2. *Sundberg, U.*: Studier i Skogsbrukets Transporter. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift, No. 4, 1952 und No. 1, 1953.
3. Survey Manual, Engineering Services Division, B.C. Forest Service, Victoria (nicht veröffentlicht).